

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS,
TE NAALDWIJK.

De monsterfout en de analysefout van het chemisch grondonderzoek.

door:

C.Sonneveld

Inhoud

Doel

Methodiek

Controle van de uitkomsten

Statistische verwerking

Resultaten :

Totale spreiding

Spreiding door onderzoek op laboratorium

Spreiding door het monsteren

De nauwkeurigheid van het grondonderzoek

Analysefout en monsterfout

Conclusies

Literatuur

Bijlagen

Doel

Het doel van het onderzoek is het controleren van het monstersteken en het bepalen van de grootte van de monsterfout.

Methodiek

Voor het verkrijgen van onderzoekmateriaal werden wekelijks een aantal praktijkmonsters in duplo gestoken. Het aantal dat per week in duplo werd gestoken schommelde tussen 5 en 10. In dit verslag worden de resultaten behandeld van 400 objecten die in de periode van najaar 1963 tot einde 1965 zijn gestoken.

Bij de keuze van de objecten werd als volgt te werk gegaan. Van de op een bepaalde dag binnengekomen monsters werden een aantal objecten willekeurig uitgezocht. De direct daarop volgende dag werd door een andere monsternemer het object nogmaals bemonsterd. Hierdoor was tussen de duplobemonsteringen weliswaar een dag verschil, waardoor kleine veranderingen in de grond op kunnen treden, maar hierdoor werd bereikt dat het in duplo te bemonsteren object vooraf niet bekend was en de techniek van het monstersteken door de steker van het eerste monster niet kon worden aangepast. Uiteraard wordt door deze methode een beter beeld verkregen van de nauwkeurigheid van werken.

Bij het steken van de monsters werden steeds de bestaande instructies gevolgd ¹⁾. De monsters werden op het laboratorium in duplo onderzocht.

Controle van de uitkomsten

Na het onderzoek werden de uitkomsten vergeleken. Bij controle van de duplobepalingen in hetzelfde monster werden alleen die bepalingen opnieuw gedaan, waar het verschil tussen de uitkomsten 3 σ grens (overschrijdingskans 0,003) had overschreden. Hierbij werd uitgegaan van de analysefout die over 1963 is berekend ²⁾. Als er tussen de uitkomsten van de duplo-monsters grote verschillen werden gevonden, werd nagegaan of er mogelijk een verwisseling van de monsters had plaats gevonden, of dat er in de administratie een verkeerd monster was opgenomen. In enkele gevallen konden hierdoor fouten worden achterhaald; meestal bleken de aanwezige verschillen alleen te verklaren uit de monsterfout.

Statistische verwerking

Uit voorgaande onderzoeken^{3,4)} was gebleken dat de analysefout en de monsterfout afhankelijk waren van het gehalte. Voor elke bepaling afzonderlijk werden de monsters daarom eerst ingedeeld in 10 klassen. De indeling werd zodanig gekozen, dat de klassen ongeveer een gelijk aantal uitkomsten bevatten.

De berekening van de monsterfout en de analyse werd uitgevoerd zoals hierna is omschreven, waarbij de volgende afkortingen werden gebruikt.

- x - een enkelvoudige analyseuitkomst
- x_a - het gemiddelde van twee bepalingen in hetzelfde monster
- x_m - het gemiddeld van de uitkomsten (x_a) van twee duplo-monsters
- d_a - het verschil tussen duplo uitkomsten in hetzelfde monster.
- d_m - het verschil tussen de gemiddelde duplo-uitkomsten van twee duplo-monsters
- s_t - de totale spreiding van de uitkomsten
- s_a - de spreiding veroorzaakt door onderzoek op het laboratorium (analysefout)
- s_m - de spreiding veroorzaakt door het monstersteken (monsterfout)
- vs_t - de variatiecoëfficiënt van de totale fout
- vs_a - de variatiecoëfficiënt van de analysefout
- vs_m - de variatiecoëfficiënt van de monsterfout
- n - het aantal waarnemingen
- M - het gemiddelde van een verzameling waarnemingen

$$\text{totale fout : } s_t = \sqrt{\frac{\sum d_m^2}{2n}}$$

$$\text{analysefout : } s_a = \sqrt{\frac{\sum d_a^2}{2n}}$$

$$\text{monsterfout : } s_m = \sqrt{s_t^2 - \frac{1}{2}s_a^2}$$

Voor het berekenen van de monsterfout wordt van de totale variantie de helft van de variantie veroorzaakt door het onderzoek op het laboratorium afgetrokken, omdat door het middelen van de duplo's deze variantie tot de helft wordt teruggebracht.

Resultaten

In bijlage 1 zijn de resultaten van de in vorige paragraaf vermelde foutenanalyse opgenomen. Bij de berekeningen zijn de 400 objecten in twee groepen ingedeeld.

De eerste groep bevat de 200 objecten die eerst gestoken zijn en de andere groep de later bemonsterde objecten. Hierdoor kan worden nagegaan of er verband bestaat tussen de monsterperioden. Het gemiddelde en de spreiding per klasse zijn daarna in een spreidingsdiagram tegen elkaar uitgeset. Hierbij bleek, dat geen duidelijke verschillen tussen de perioden aanwezig waren.

Bij de berekening van de regressielijnen voor het verband tussen het gemiddelde en de spreiding per klasse is daarom steeds de berekening uitgevoerd over het totale materiaal van 20 klassen.

Totale spreiding

In tabel 1 zijn de regressielijnen weergegeven voor het verband tussen het gemiddelde en de spreiding per klasse met de correlatie coëfficiënt. In de figuren 1 t/m 12 is het spreidingsdiagram getekend.

bepaling	regressielijn	correlatie coëfficiënt
organische stof	$y = 0,041 x + 0,14$	0,953
koolzure kalk	$y = 0,076 x + 0,11$	0,933
pH	$y = -0,034 x + 0,33$	- 0,464
keukensout	$y = 0,135 x + 0,13$	0,939
gloeirest	$y = 0,104 x + 0,0107$	0,906
stikstof	$y = 0,159 x + 0,68$	0,907
fosfaat	$y = 0,094 x + 0,28$	0,921
kali	$y = 0,170 x - 0,18$	0,909
magnesium	$y = 0,059 x + 3,78$	0,865
mangaan	$y = 0,057 x + 0,84$	0,683
ijzer	$y = 0,098 x + 0,13$	0,816
aluminium	$y = 0,123 x + 0,06$	0,912

tabel 1. Het verband tussen het gehalte en de totale spreiding

In de bijlagen 1 A t/m 1 D is het cijfermateriaal van de berekening van de spreiding volledig opgenomen. Zoals blijkt, zijn niet altijd 400 waarnemingen voor elke bepaling aanwezig. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt, doordat een aantal bijmonstermonsters niet tijdig achterhaald kon worden om naast de waterfiltraat bepalingen ook de andere bepalingen uit te laten voeren.

Bij de fosfaatbepaling bleek in de grafiek (zie fig. 7) een punt dermate van de overigen af te wijken, dat het gewenst leek

fig 1. Het verband tussen het organische stofgehalte en de totale spreiding

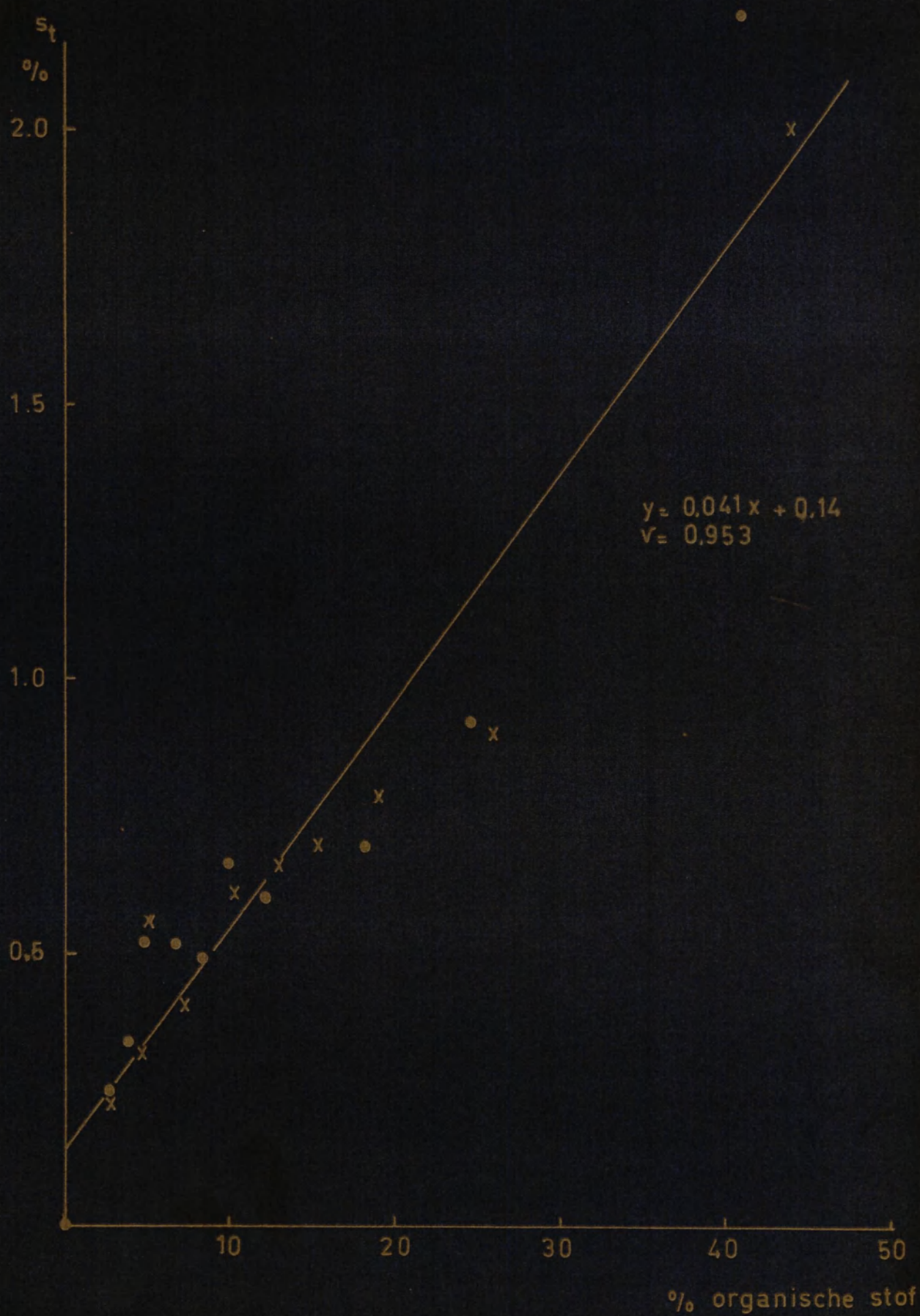


fig.2 Het verband tussen het koolzure kalk gehalte en de totale spreiding

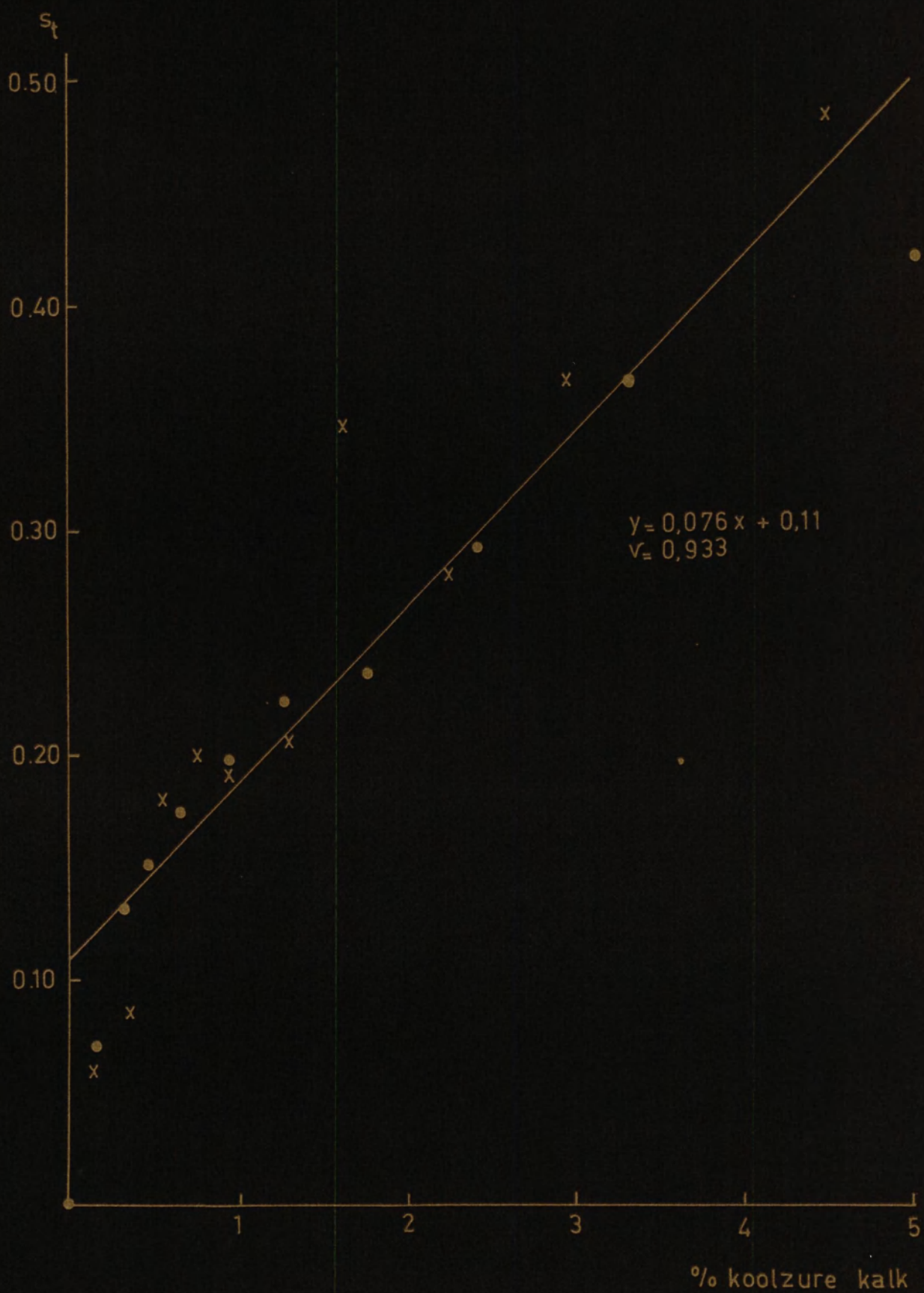


fig. 3 Het verband tussen de pH en de totale spreiding.

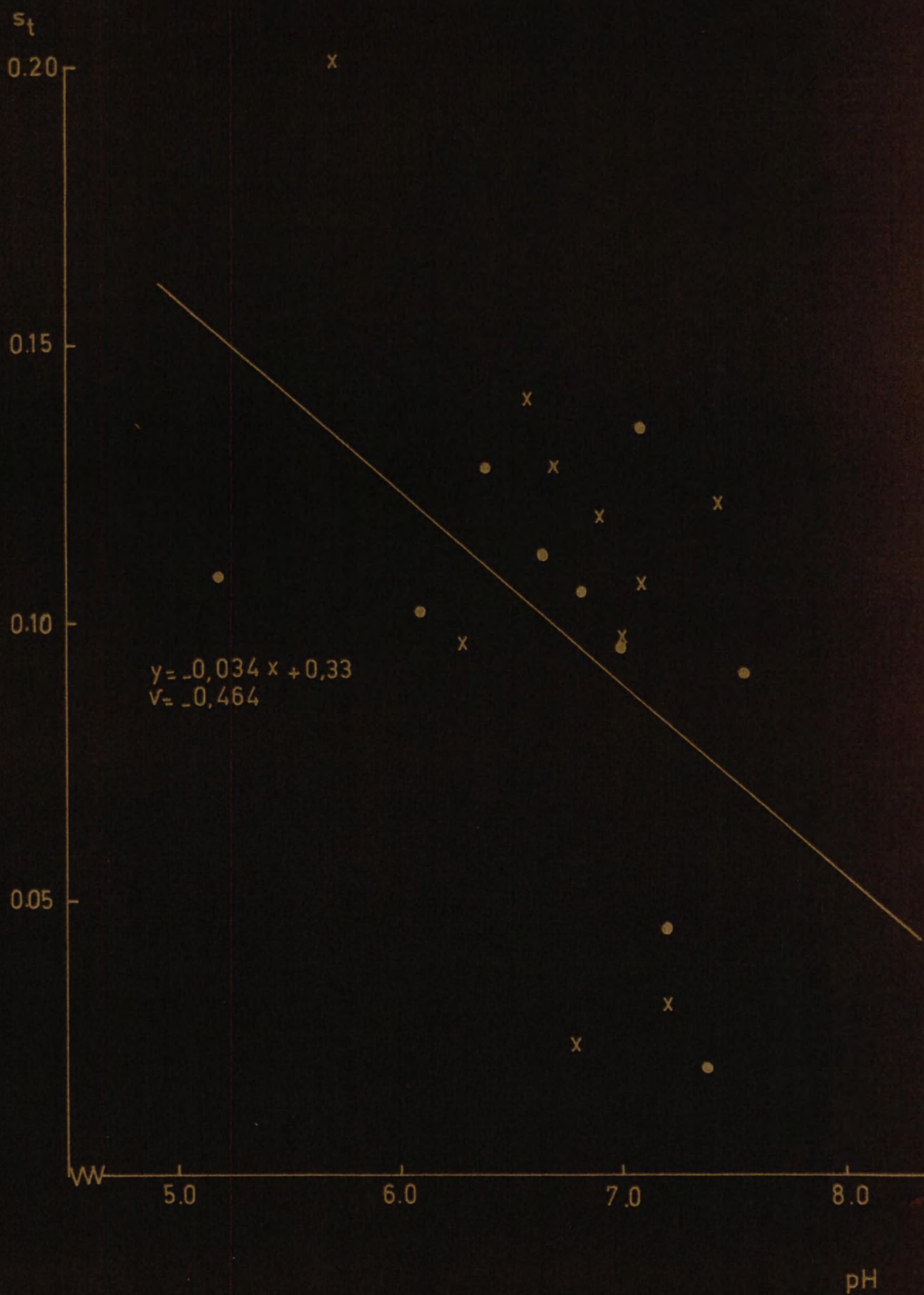


fig.4 Het verband tussen het keukenzoutgehalte en de totale spreiding

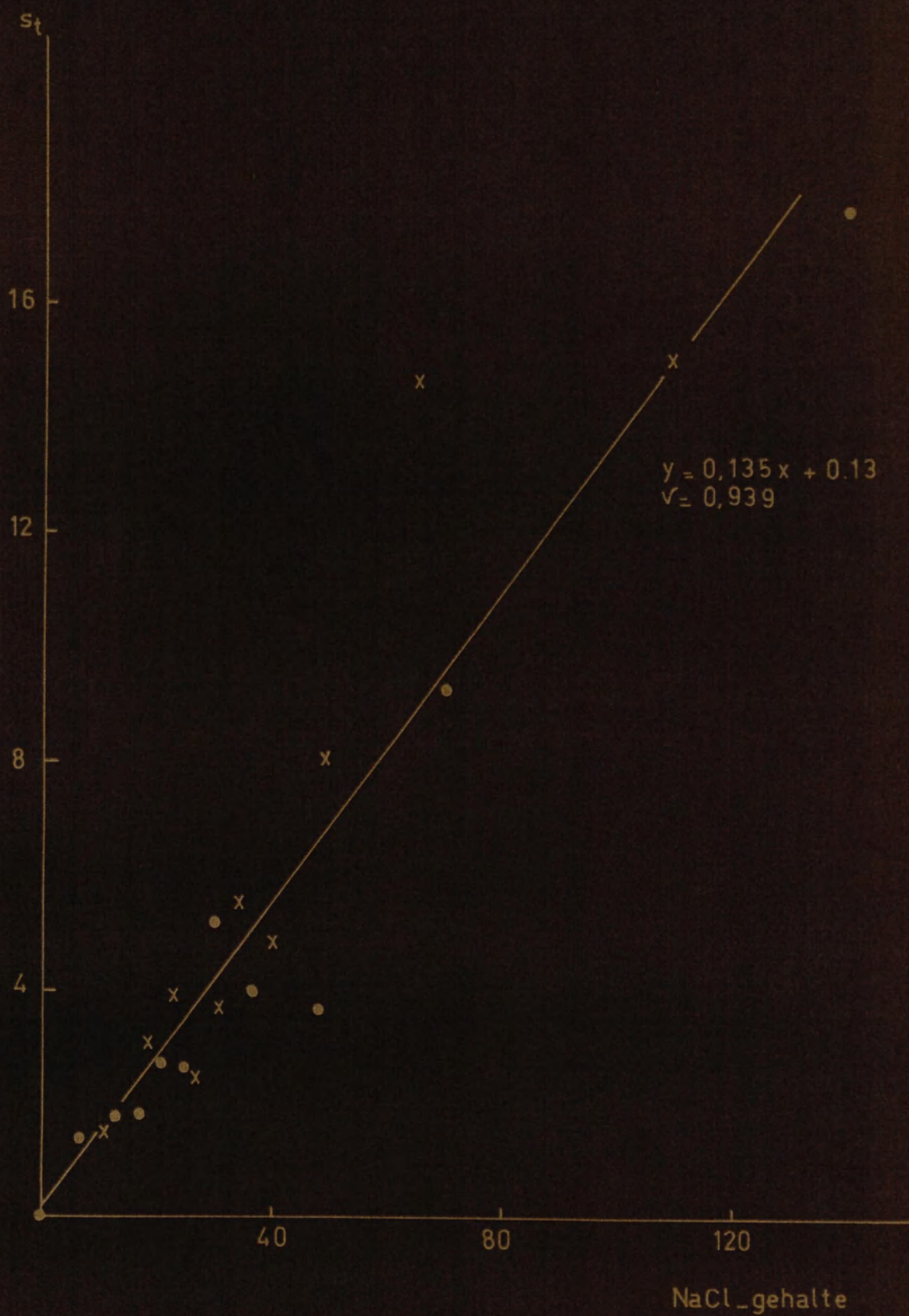


fig.5 Het verband tussen de gloeirest en de totale spreiding.

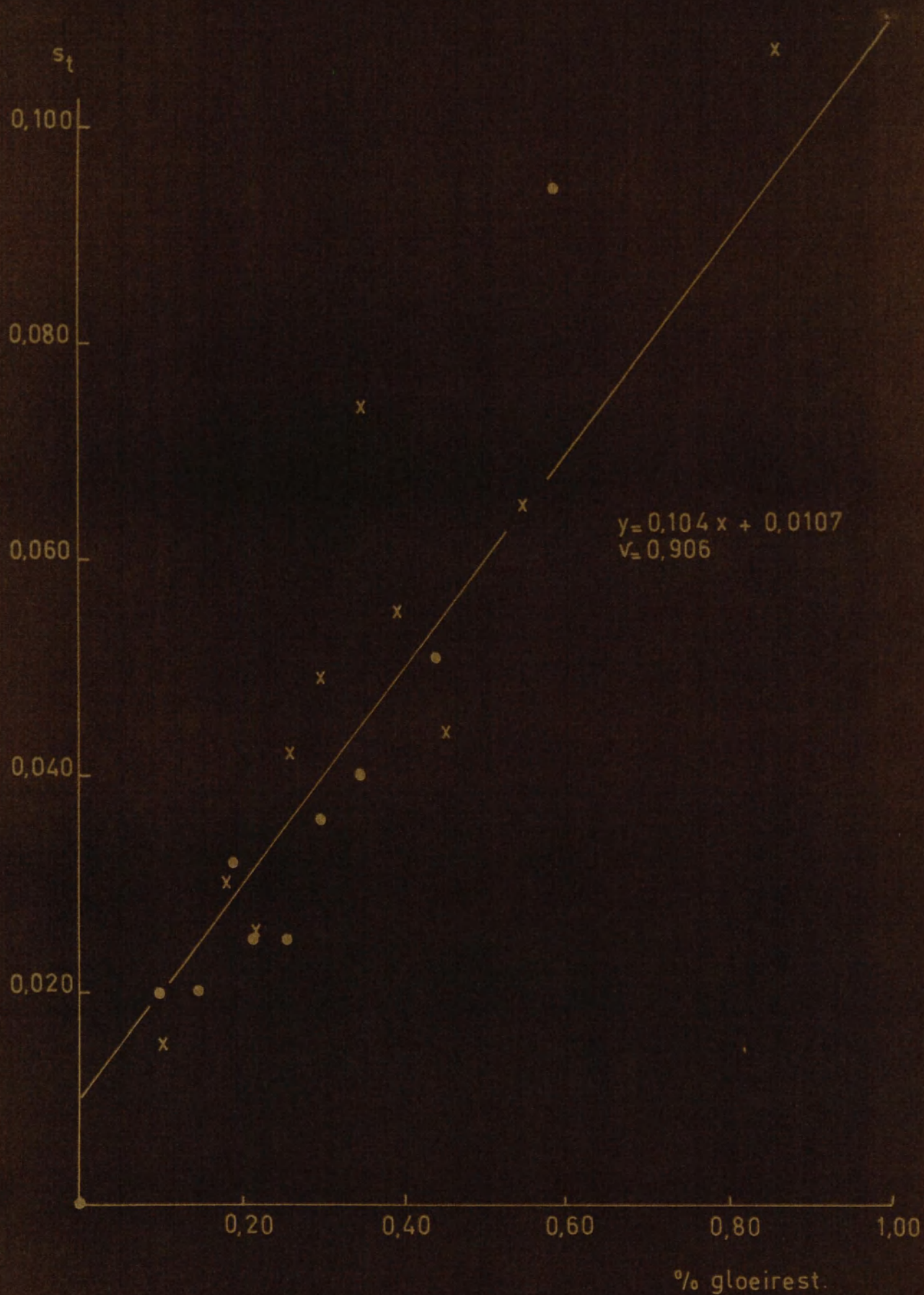


fig.6 Het verband tussen het stikstofgehalte en de totale spreiding.

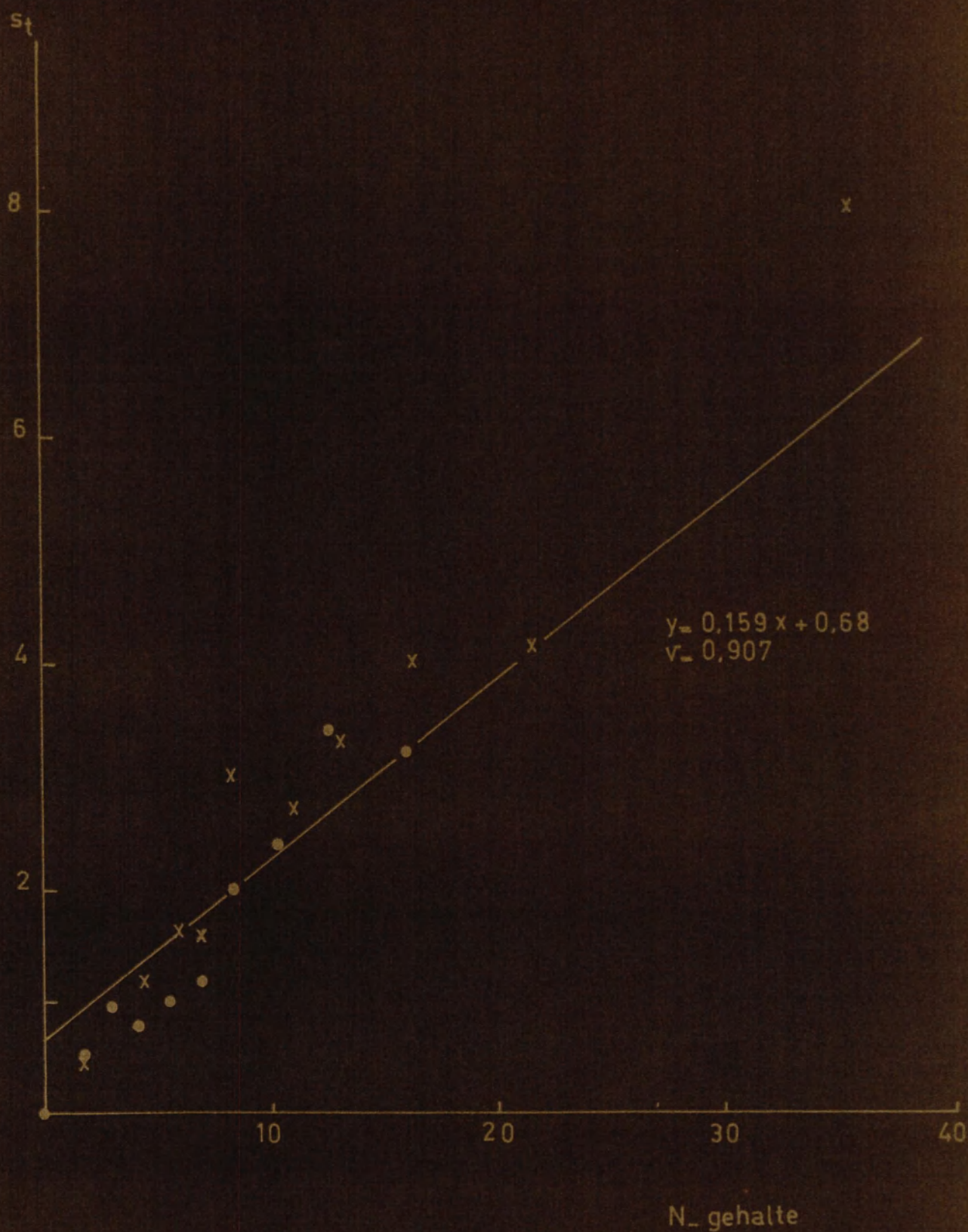


fig.7 Het verband tussen het fosfaatgehalte en de totale spreiding

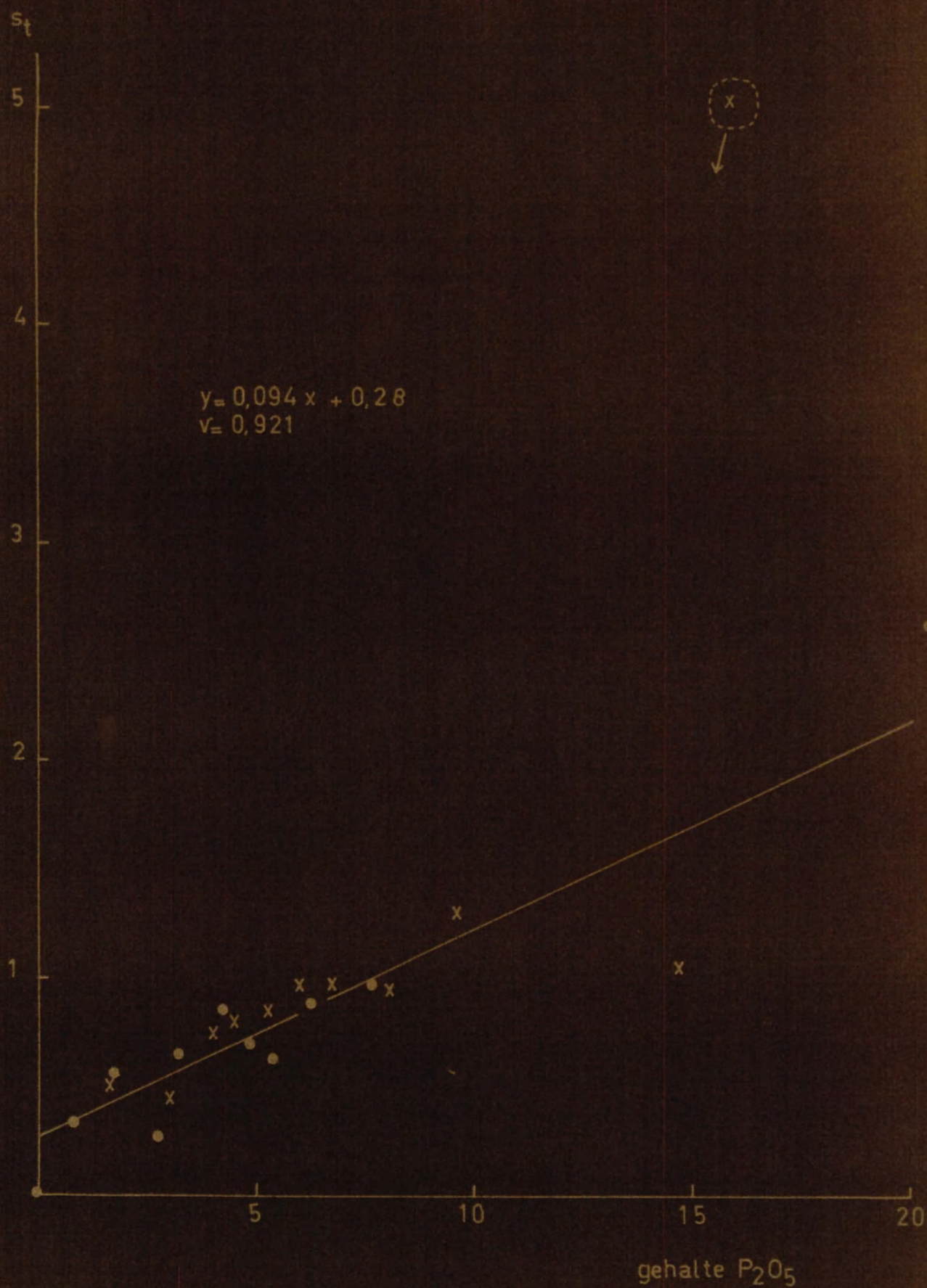


fig. 8 Het verband tussen het kaligehalte en de totale spreiding

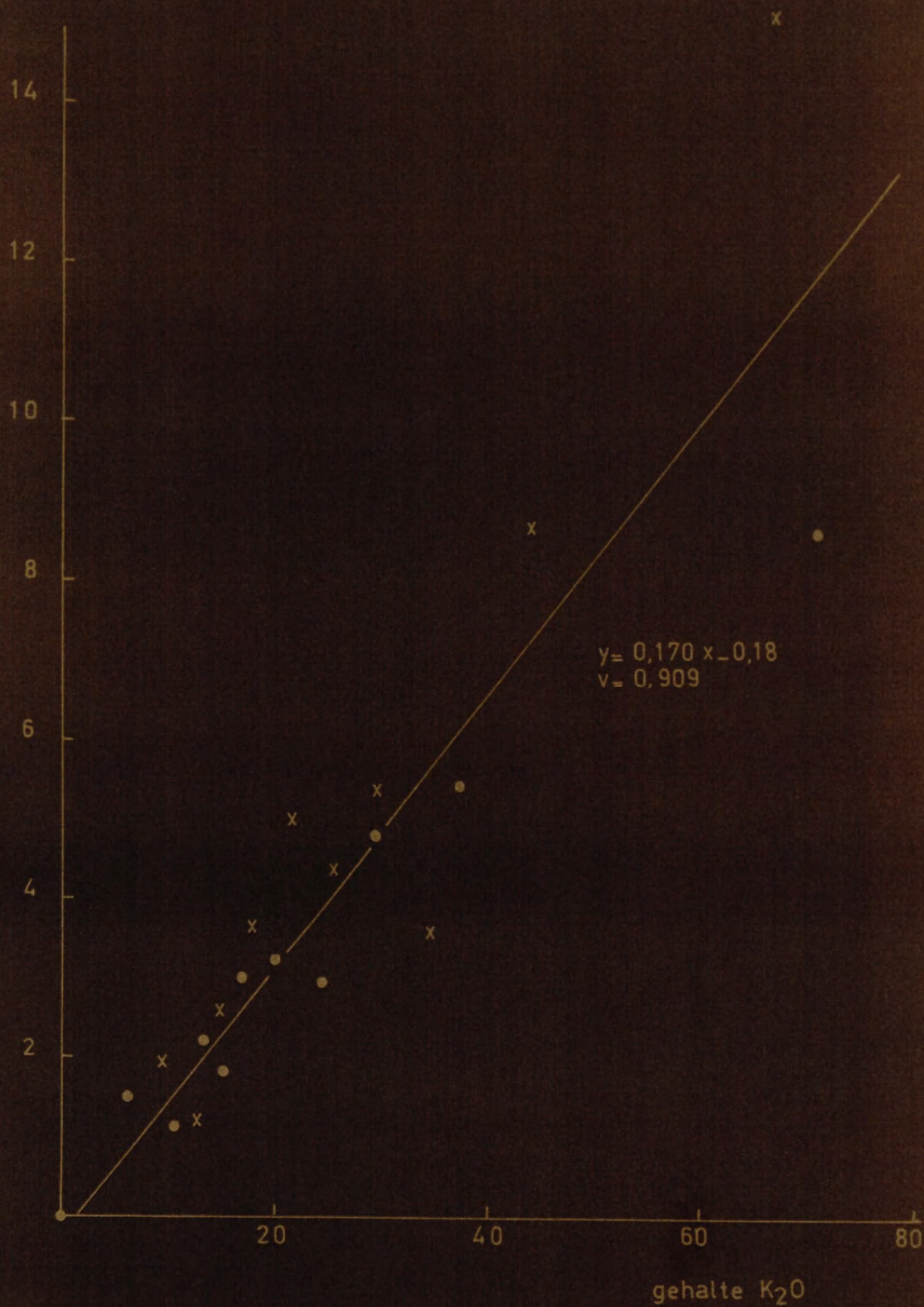


fig.9 Het verband tussen het magnesiumcijfer en de totale spreiding.

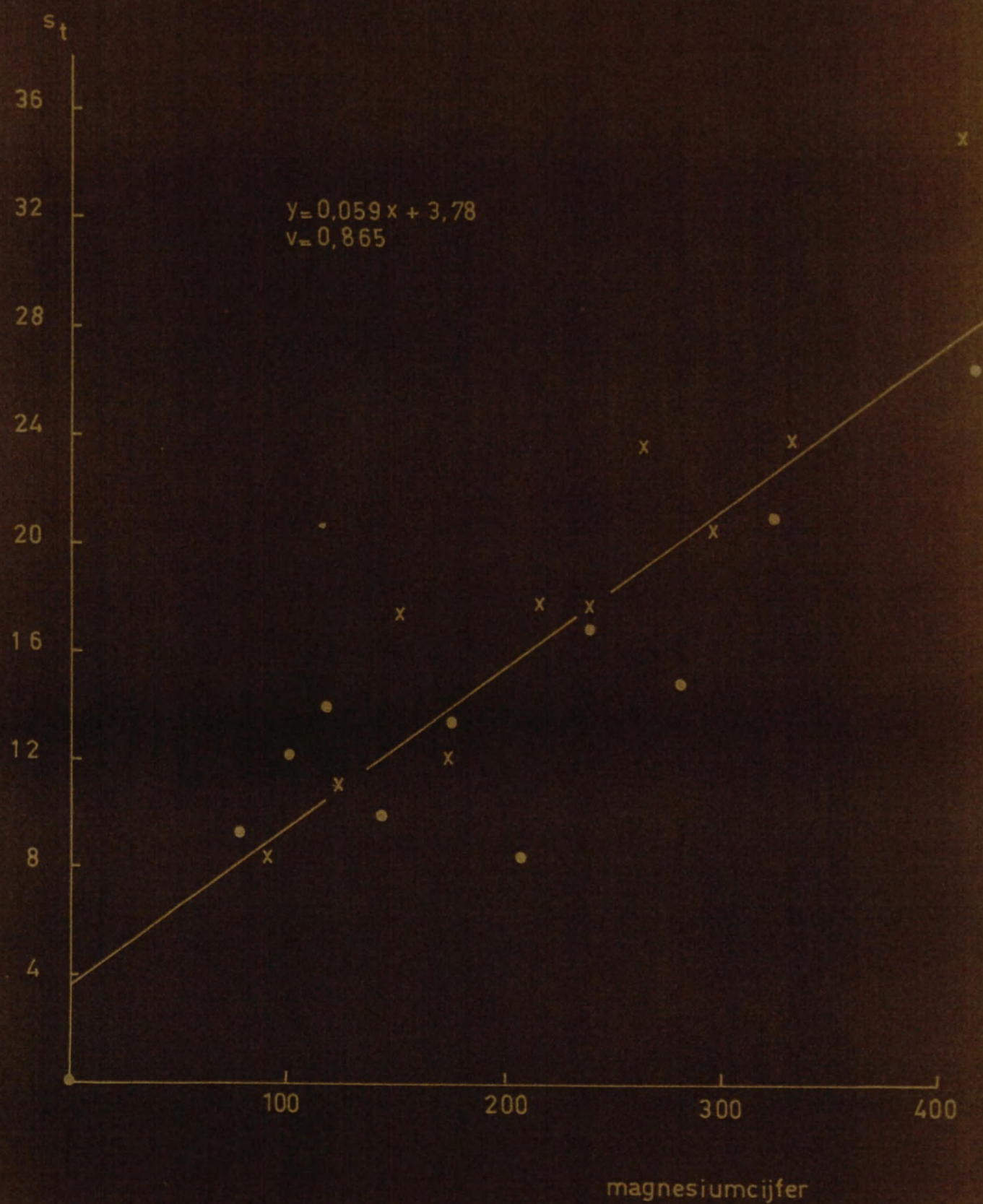


fig.10 Het verband tussen het mangaancijfer en de totale spreiding

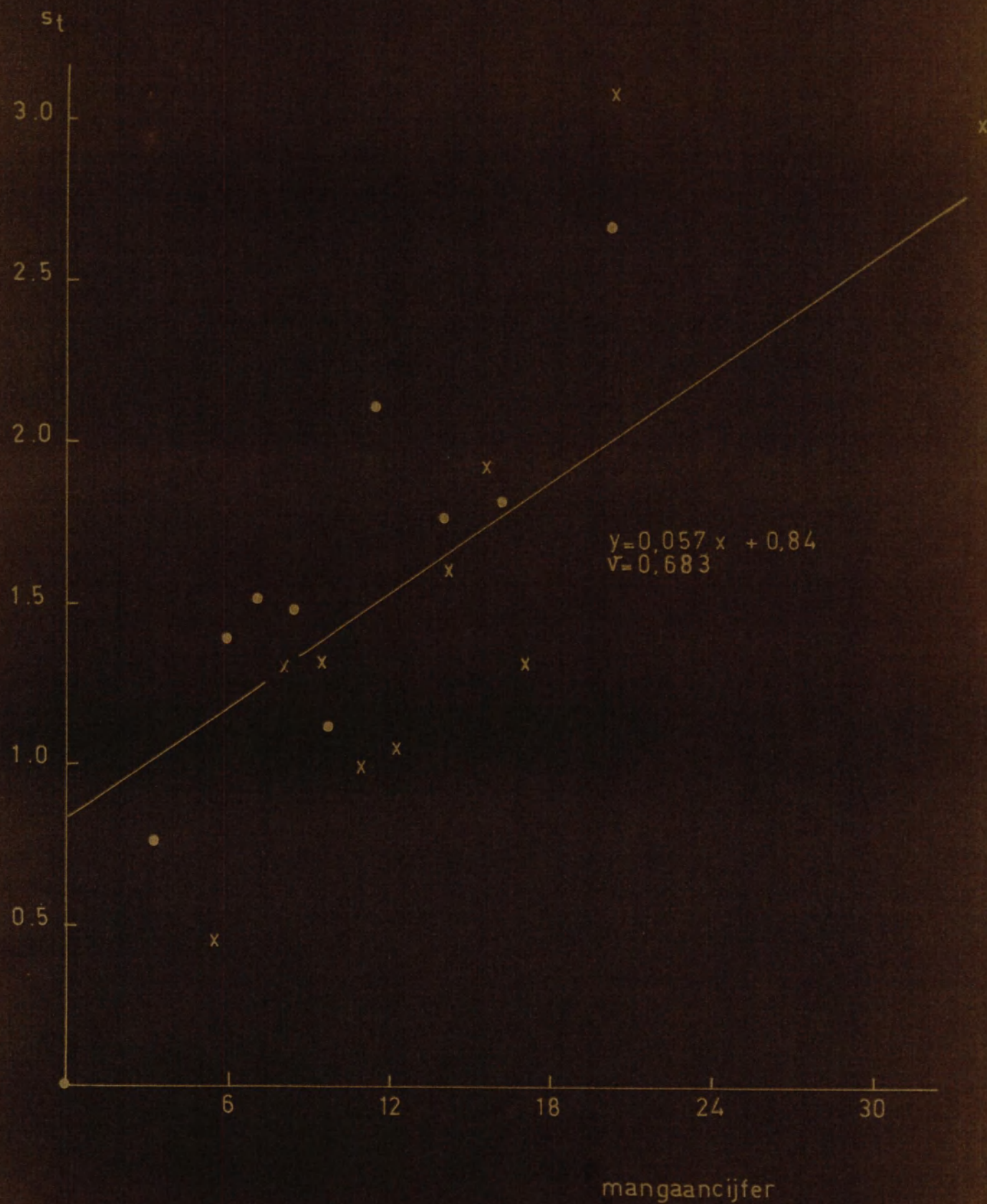


fig.11 Het verband tussen het ijzercijfer en de totale spreiding

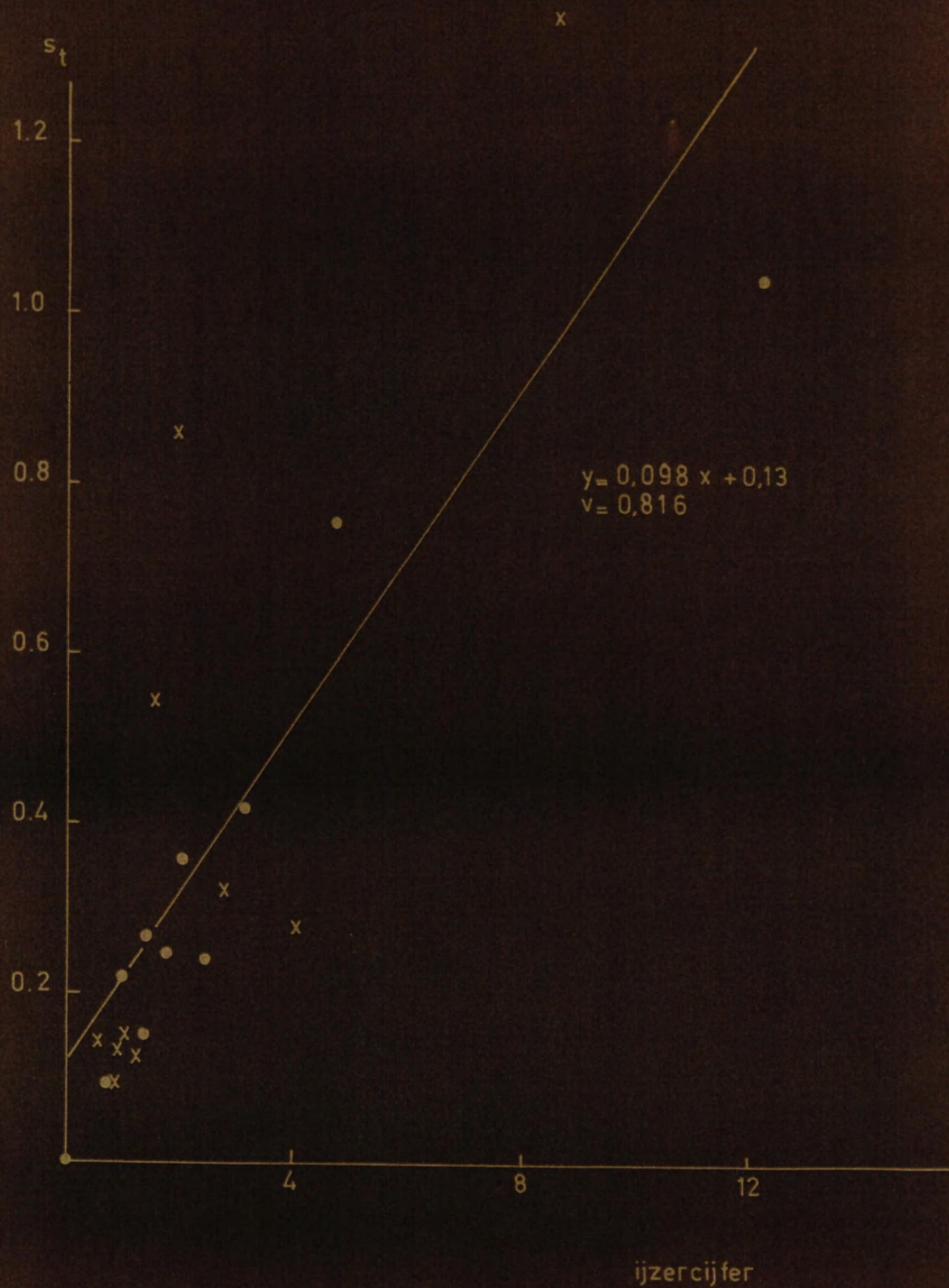
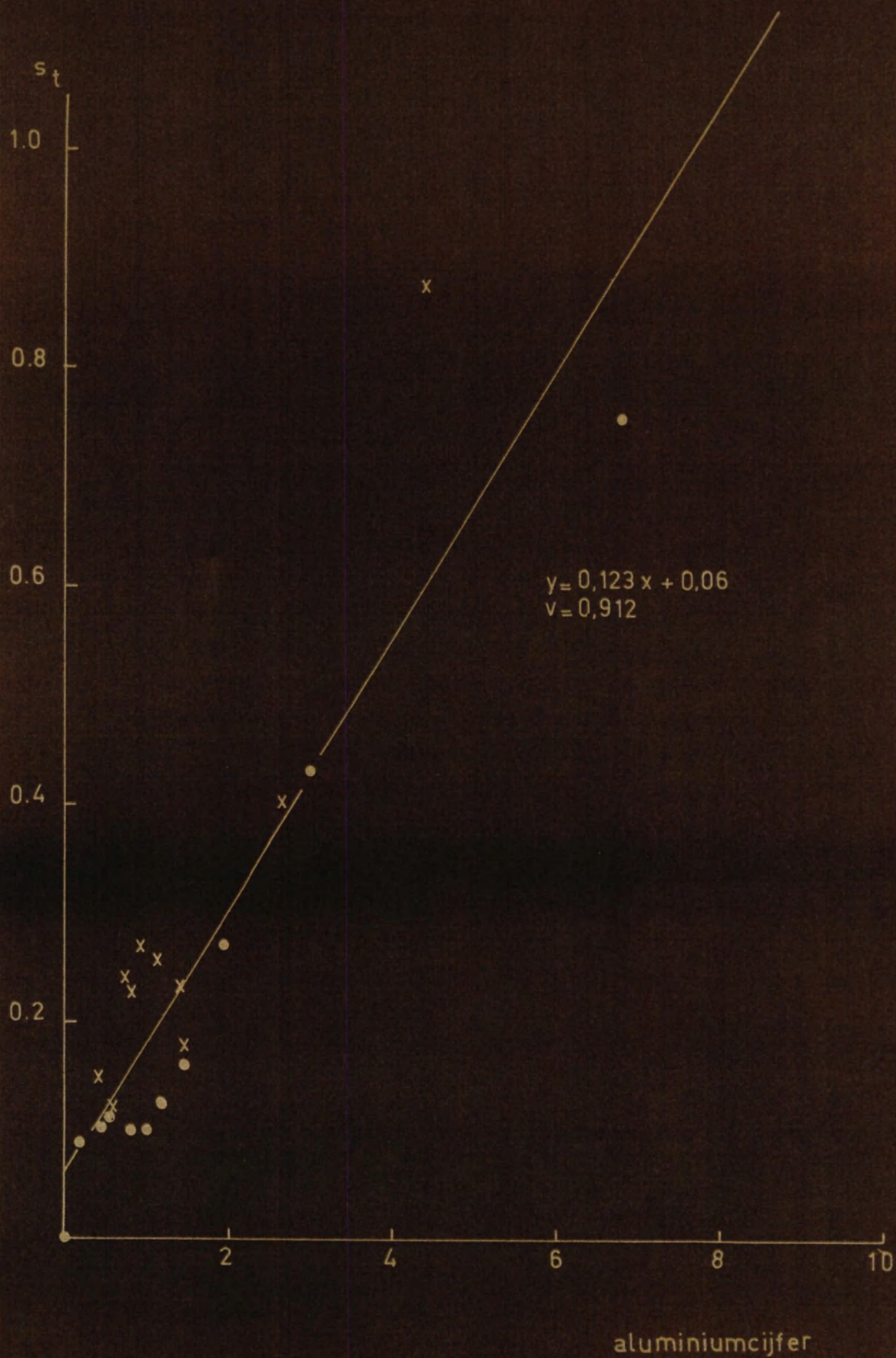


fig.12 Het verband tussen aluminiumcijfer en de totale spreiding.



een correctie aan te brengen. Door uit de desbetreffende klasse één uitkomst te verwijderen werd een belangrijke verbetering verkregen.

Zoals uit tabel 1 blijkt, is de correlatie tussen het gehalte en de spreiding vrij hoog. Alleen bij de pH bepaling is geen duidelijke correlatie aanwezig, zodat voor deze bepaling over alle klassen één spreiding is berekend. Als uitkomst hiervan werd verkregen voor de pH bepaling : $s_t = 0,110$.

Bij de kalibepaling is een negatief intercept gevonden. In het zeer lage traject zou dan een negatieve spreiding worden gevonden wat niet mogelijk is. Waarschijnlijk zal dit veroorzaakt zijn door toevallige ligging van de punten.

Bij voorgaand onderzoek 4, 5, 6) werden doorgaans lagere waarden gevonden voor de totale spreiding, Vooral voor de bepalingen in het waterfiltraat was dit het geval. Als oorzaak hiervan zou genoemd kunnen worden, dat voor het voorgaande onderzoek speciaal monsters zijn gestoken, zodat de monsternemers wisten dat de monsters in duplo gestoken werden. Mogelijk heeft dit de nauwkeurigheid beïnvloed. Voorts zijn de monsters voor het voorgaande onderzoek in een bepaalde periode gestoken in tomatenwarenhuizen. De monsters die nu zijn gestoken, zijn bijvoorbeeld ook tijdens de bijmestperiode genomen en betreffen diverse teelten. Ervaring leerde, dat vooral tijdens het bijmesten de monsterfout groot kan zijn.

Spreiding door onderzoek op laboratorium

In tabel 2 zijn de regressielijnen weergegeven, voor het verband tussen het gemiddelde en de spreiding veroorzaakt door onderzoek op het laboratorium.

bepaling	regressielijn	correlatie coëfficiënt
organische stof	$y = 0,032 x + 0,08$	0,902
koolzure kalk	$y = 0,030 x + 0,09$	0,916
pH	$y = -0,004 x + 0,09$	- 0,149
keukenzout	$y = 0,038 x + 0,09$	0,986
gloeirest	$y = 0,048 x + 0,0016$	0,972
stikstof	$y = 0,054 x + 0,29$	0,980
fosfaat	$y = 0,084 x + 0,06$	0,938
kali	$y = 0,042 x + 0,13$	0,977
magnesium	$y = 0,050 x + 2,99$	0,675
mangaan	$y = 0,051 x + 0,40$	0,867
ijzer	$y = 0,043 x + 0,11$	0,966
aluminium	$y = 0,041 x + 0,09$	0,941

tabel 2. Regressielijnen voor het verband tussen het gehalte en de spreiding veroorzaakt door het onderzoek op het laboratorium.

De uitkomsten van de berekening van het gemiddelde en de spreiding per klasse zijn in de bijlagen 1 A t/m 1 D opgenomen. De in tabel 2 opgenomen resultaten vertonen goede overeenkomst met eerder gevonden regressielijnen voor dit verband²⁾. Bij de pH-bepaling is de correlatie zeer laag, zodat voor deze bepaling een spreiding is berekend over alle klassen samen. De uitkomst hiervan was : $s_y = 0,069$.

Spreiding door het monsteren

In tabel 3 zijn de regressielijnen weergegeven voor het verband tussen het gemiddelde en de spreiding veroorzaakt door het steken van de monsters. De uitkomsten per klasse zijn in de bijlagen 1 A t/m 1 D opgenomen.

bepaling	regressielijn	correlatie coëfficiënt
organische stof	$y = 0,034 x + 0,13$	0,952
koolzure kalk	$y = 0,075 x + 0,09$	0,921
pH	$y = -0,029 x + 0,28$	- 0,451
keukenzout	$y = 0,134 x + 0,12$	0,933
gloeirest	$y = 0,097 x + 0,0111$	0,886
stikstof	$y = 0,154 x + 0,64$	0,898
fosfaat	$y = 0,073 x + 0,30$	0,867
kali	$y = 0,167 x - 0,21$	0,902
magnesium	$y = 0,047 x + 2,93$	0,790
mangaan	$y = 0,038 x + 0,85$	0,434
ijzer	$y = 0,100 x + 0,02$	0,883
aluminium	$y = 0,123 x + 0,03$	0,894

tabel 3. De regressielijnen voor het verband tussen het gehalte en de spreiding veroorzaakt door het monsteren.

fig. 13 Het verband tussen het organische stofgehalte en de variatie-coëfficiënt

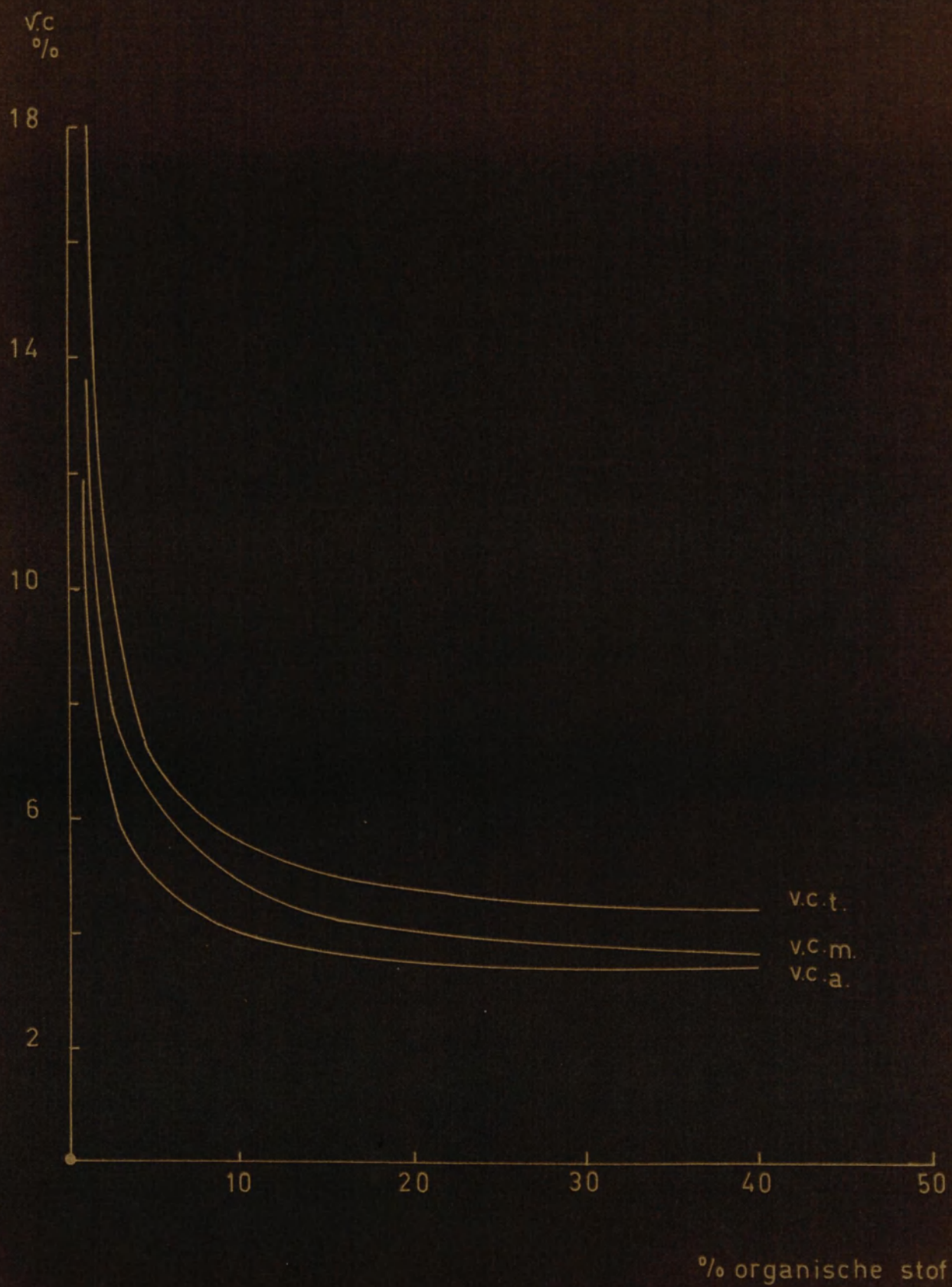


fig. 14 Het verband tussen het koolzure kalkgehalte en de variatie-coëfficiënt

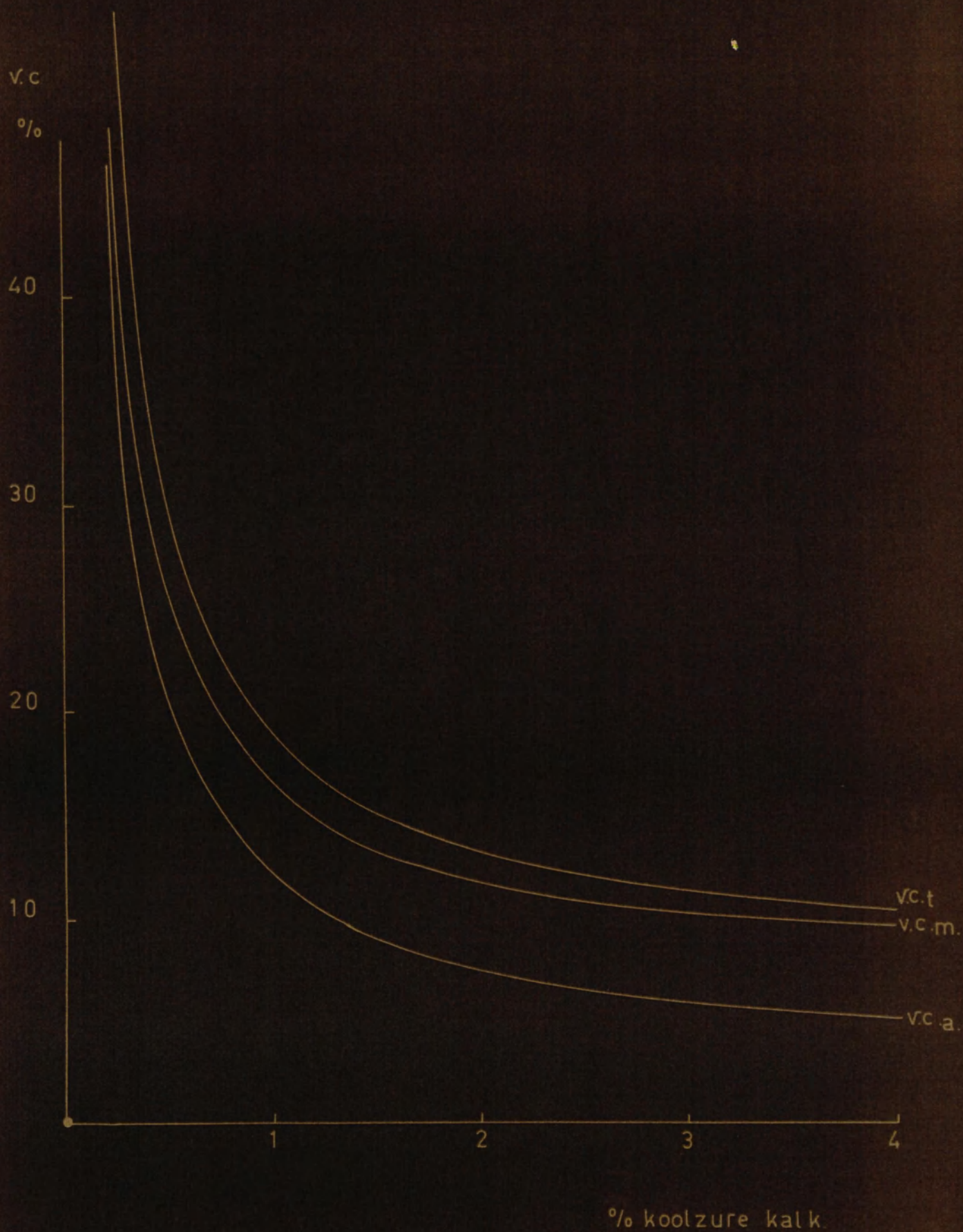


fig.15 Het verband tussen het keukenzoutgehalte en de variatie-coëfficiënt

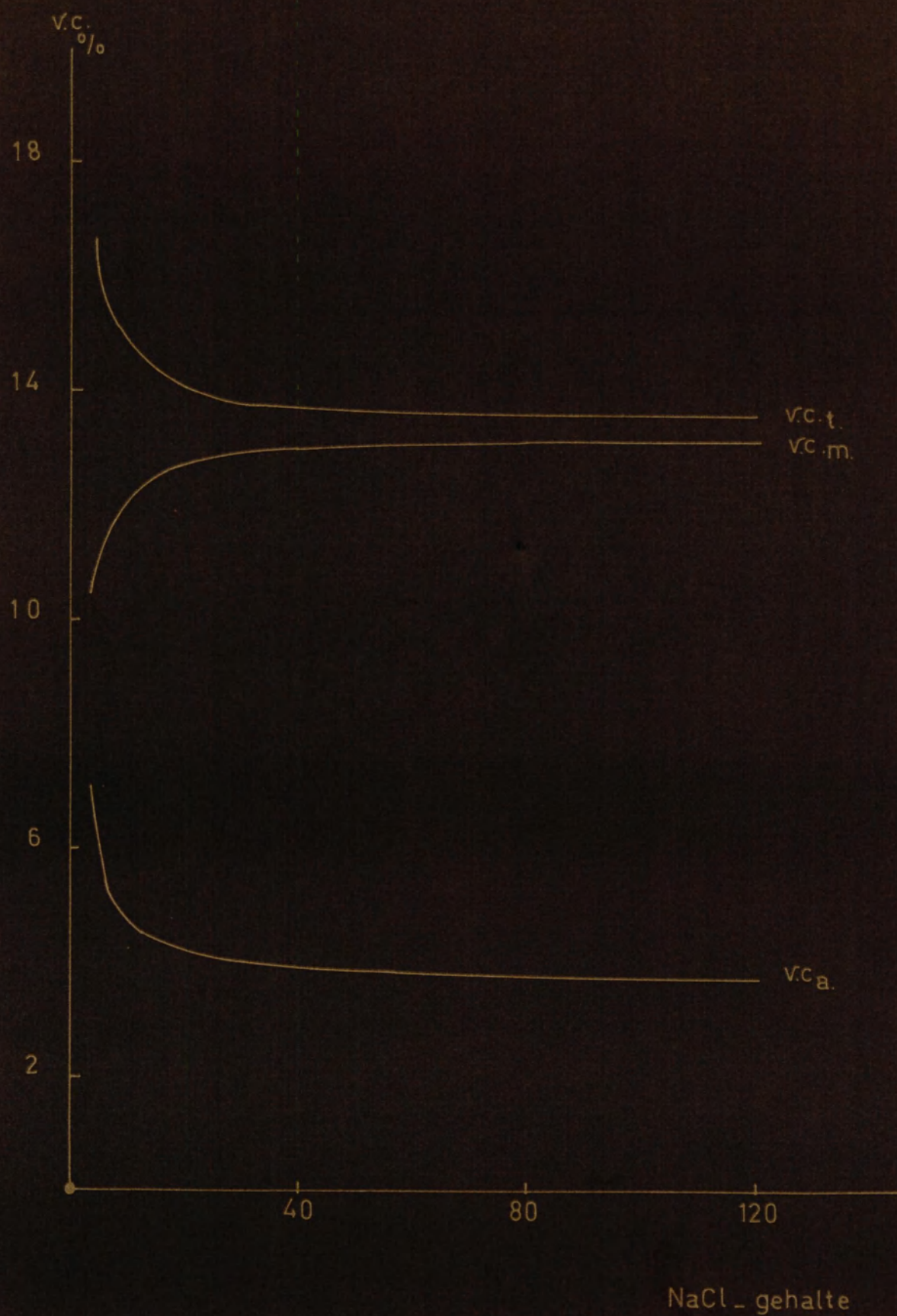


fig.16 Het verband tussen de gloeirest en de variatiecoëfficiënt

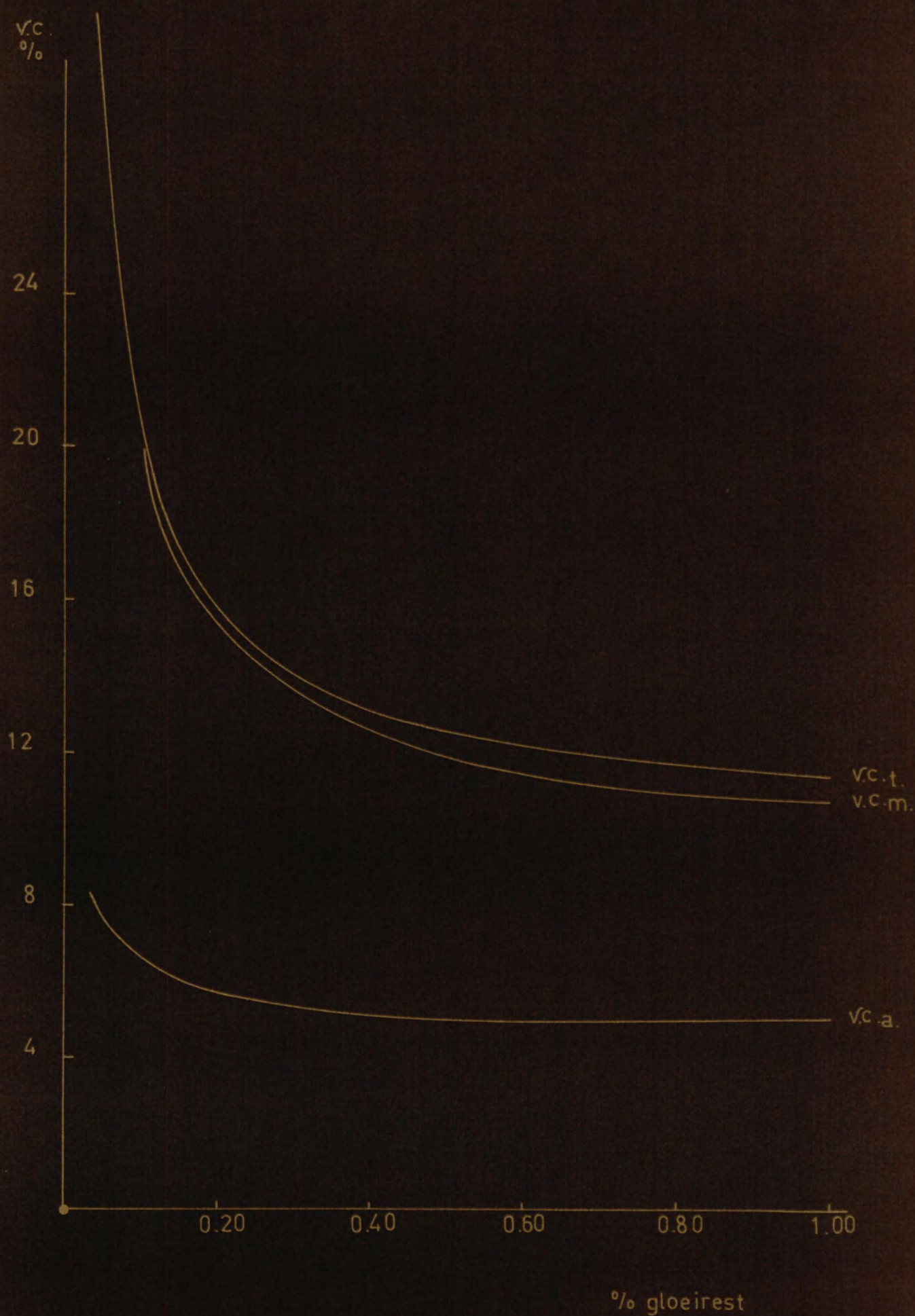


fig.17 Het verband tussen het stikstofgehalte en de variatiecoëfficiënt

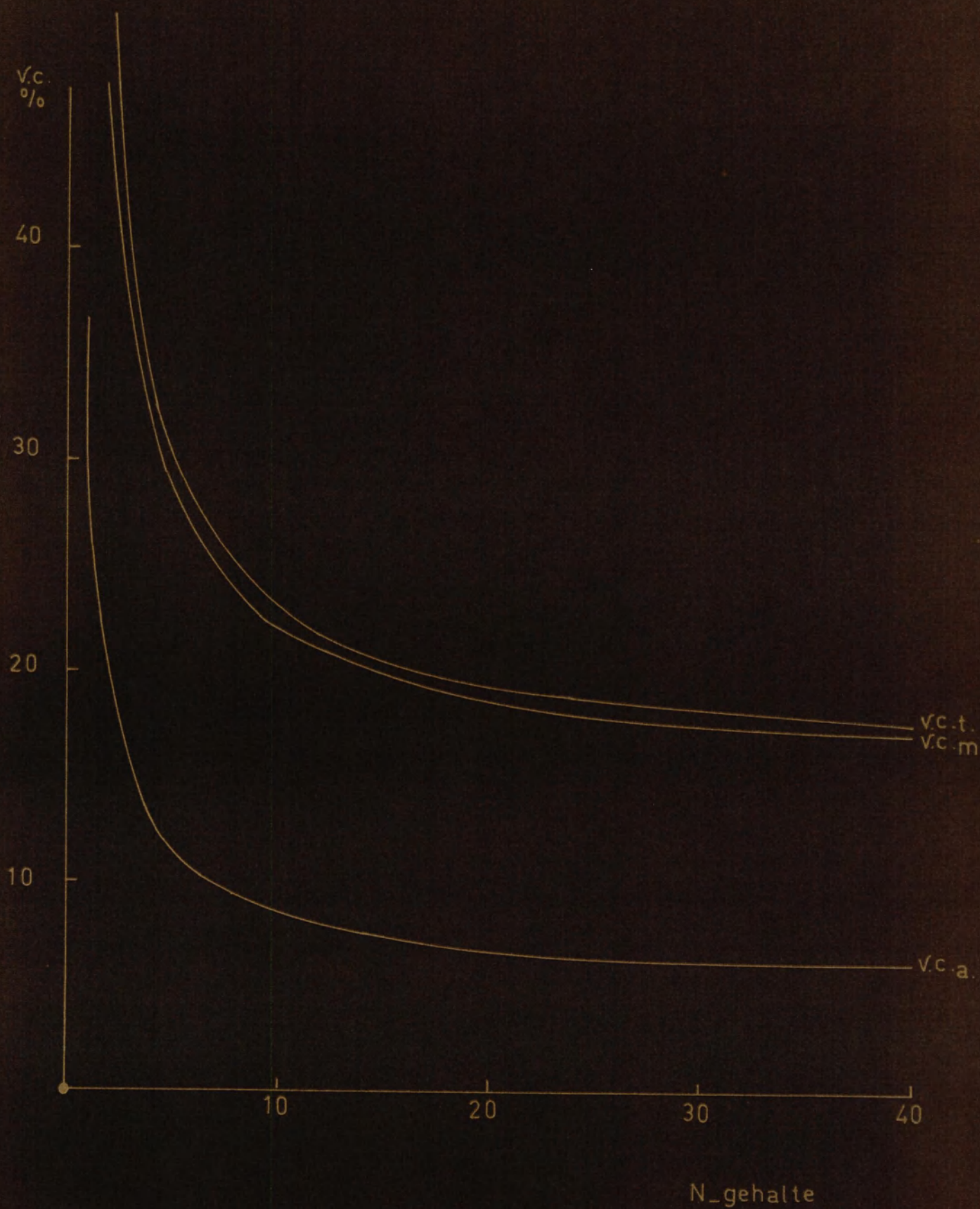


fig.18 Het verband tussen het fosfaatgehalte en de variatiecoëfficiënt

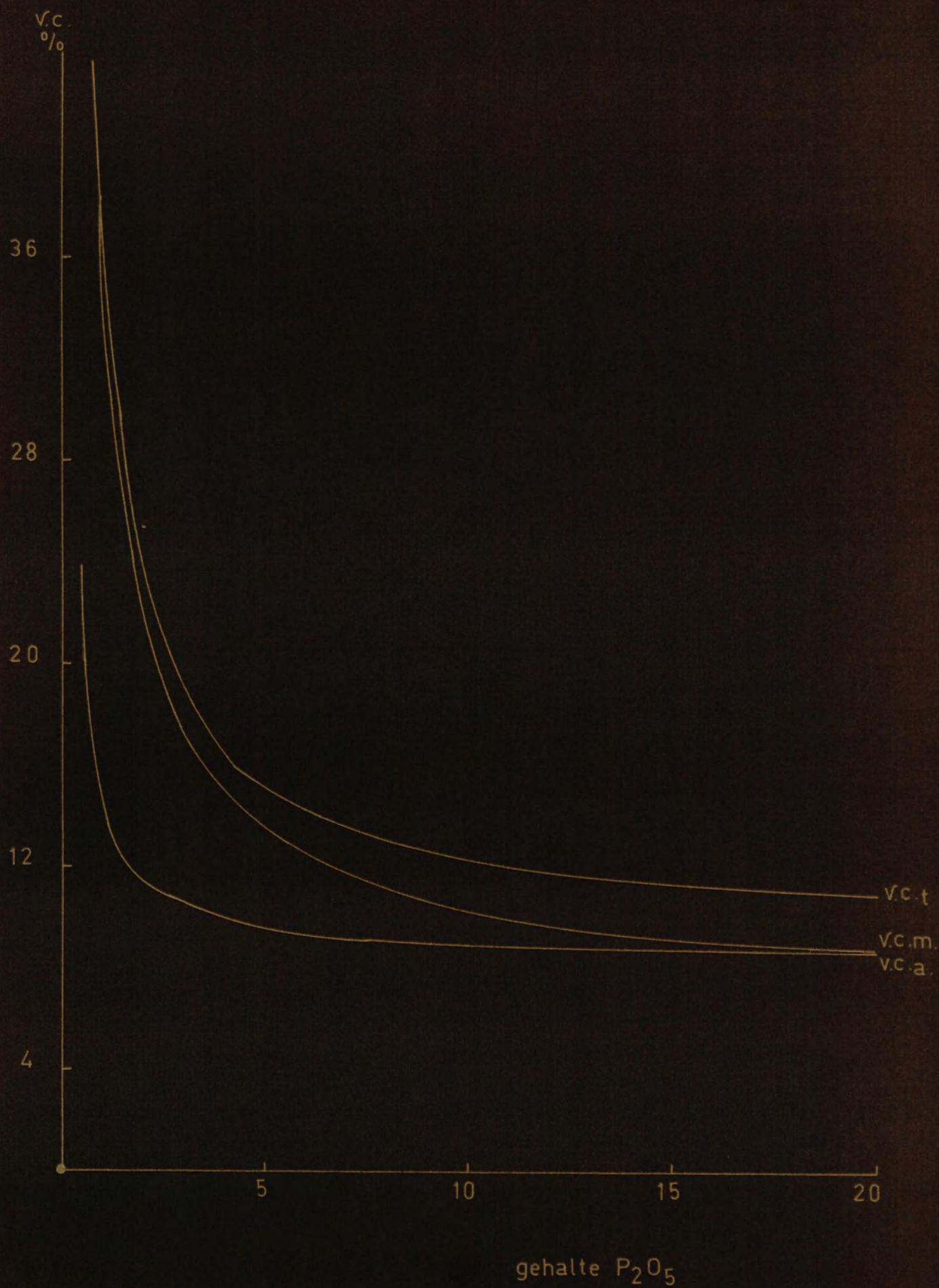


fig.19 Het verband tussen het kaligehalte en de variatiecoëfficiënt

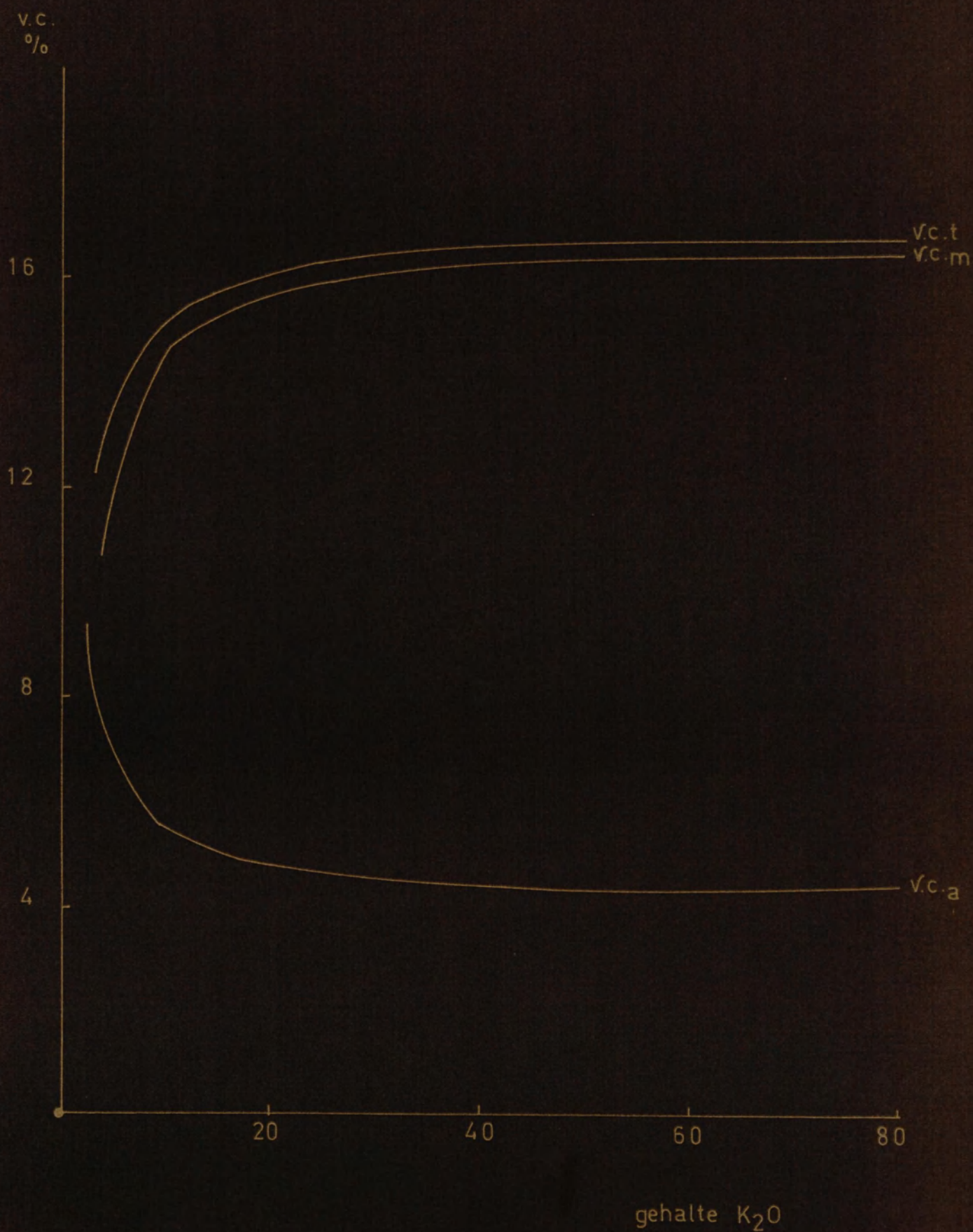


fig. 20 Het verband tussen het magnesiumcijfer en de variatiecoëfficiënt

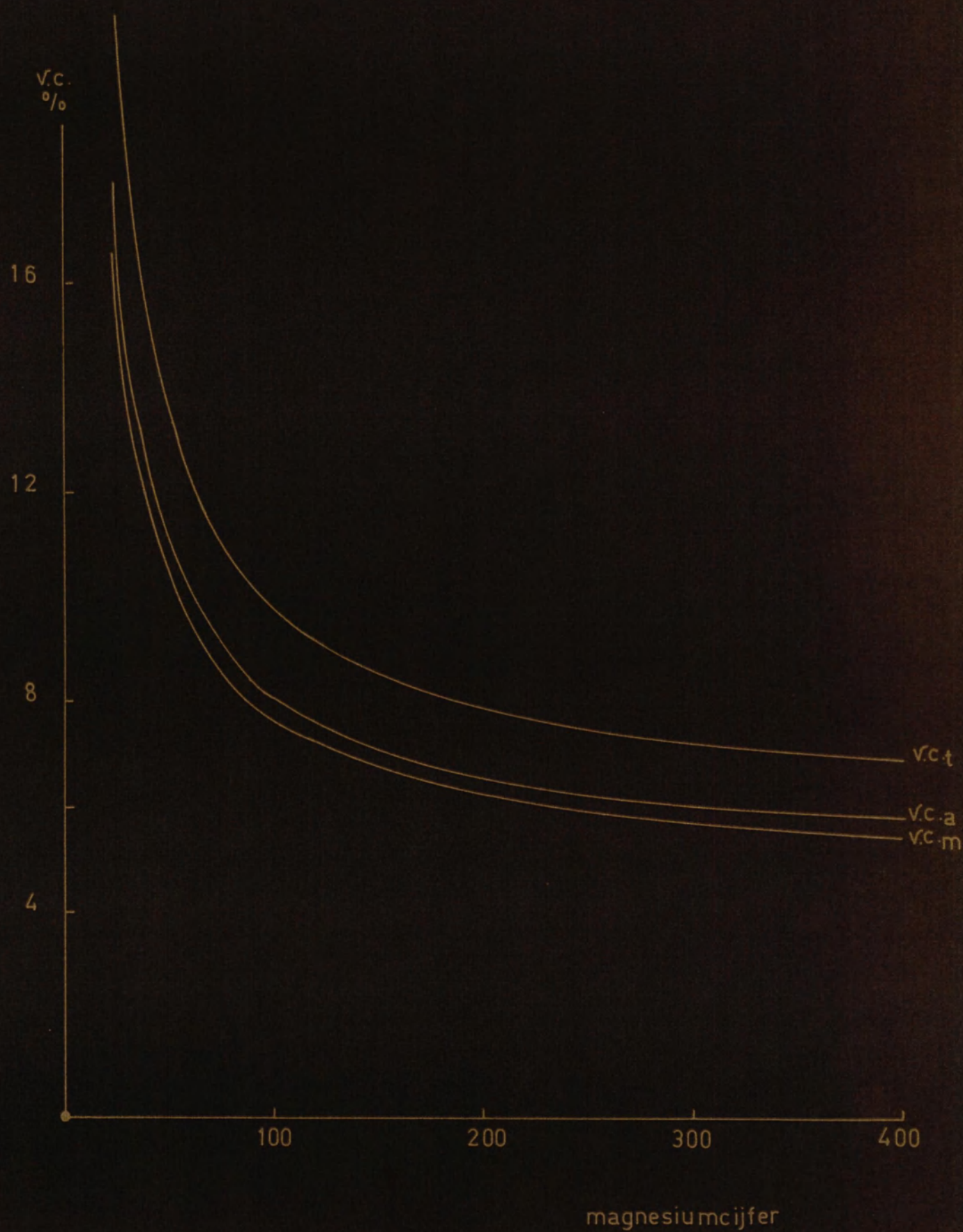


fig. 21 Het verband tussen het mangaancijfer en de variatiecoëfficiënt

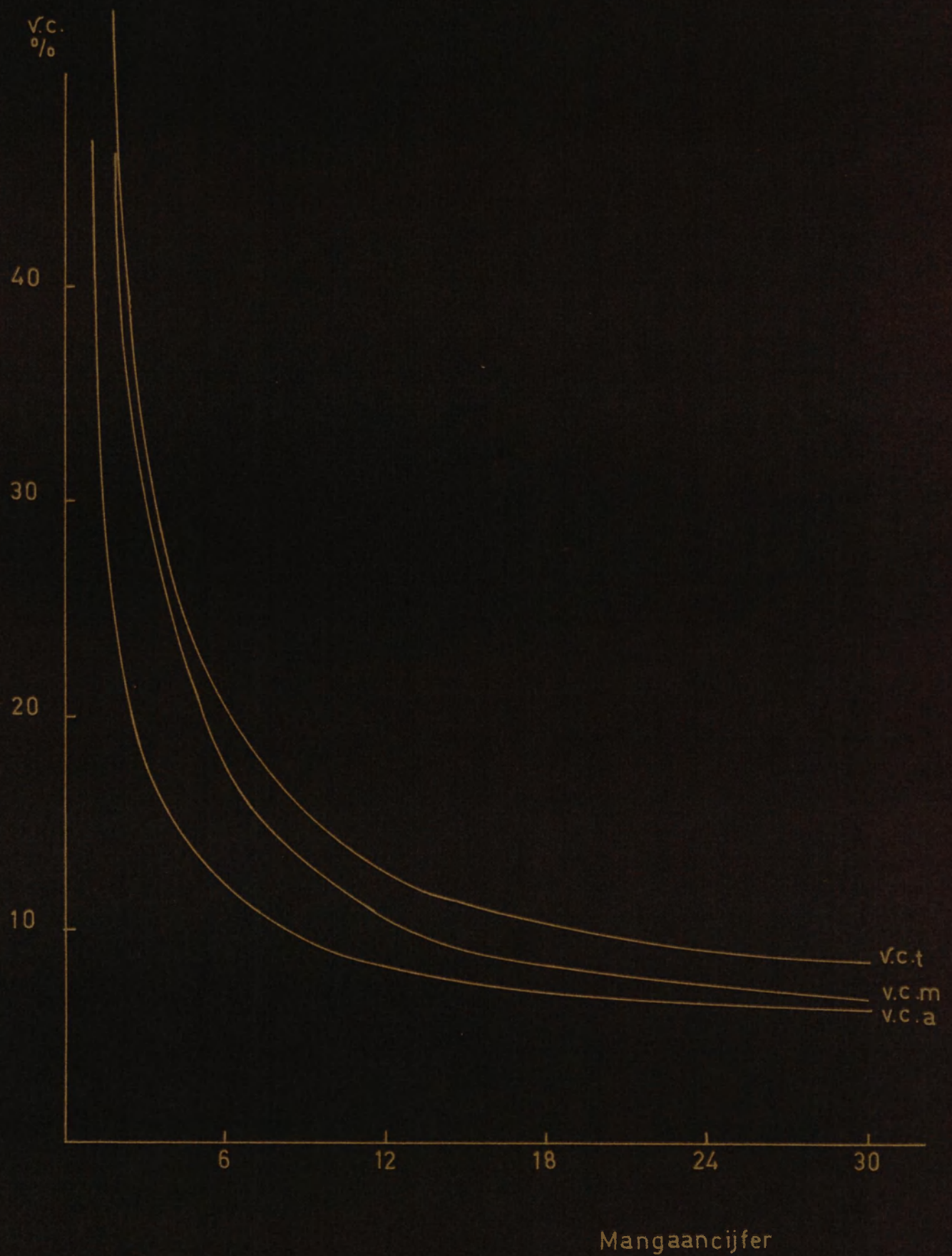


fig. 22 Het verband tussen het ijzercijfer en de variatiecoëfficiënt

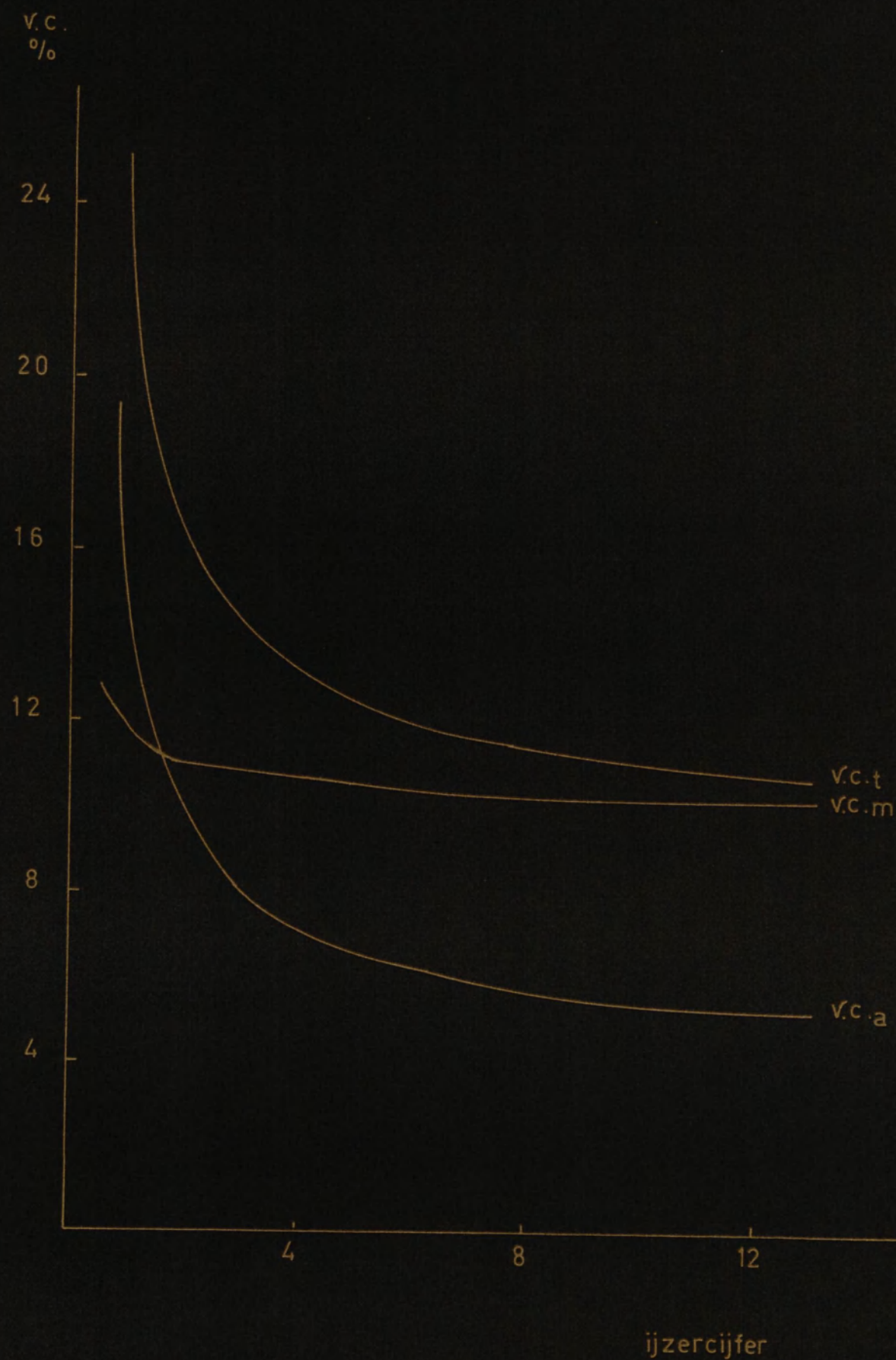
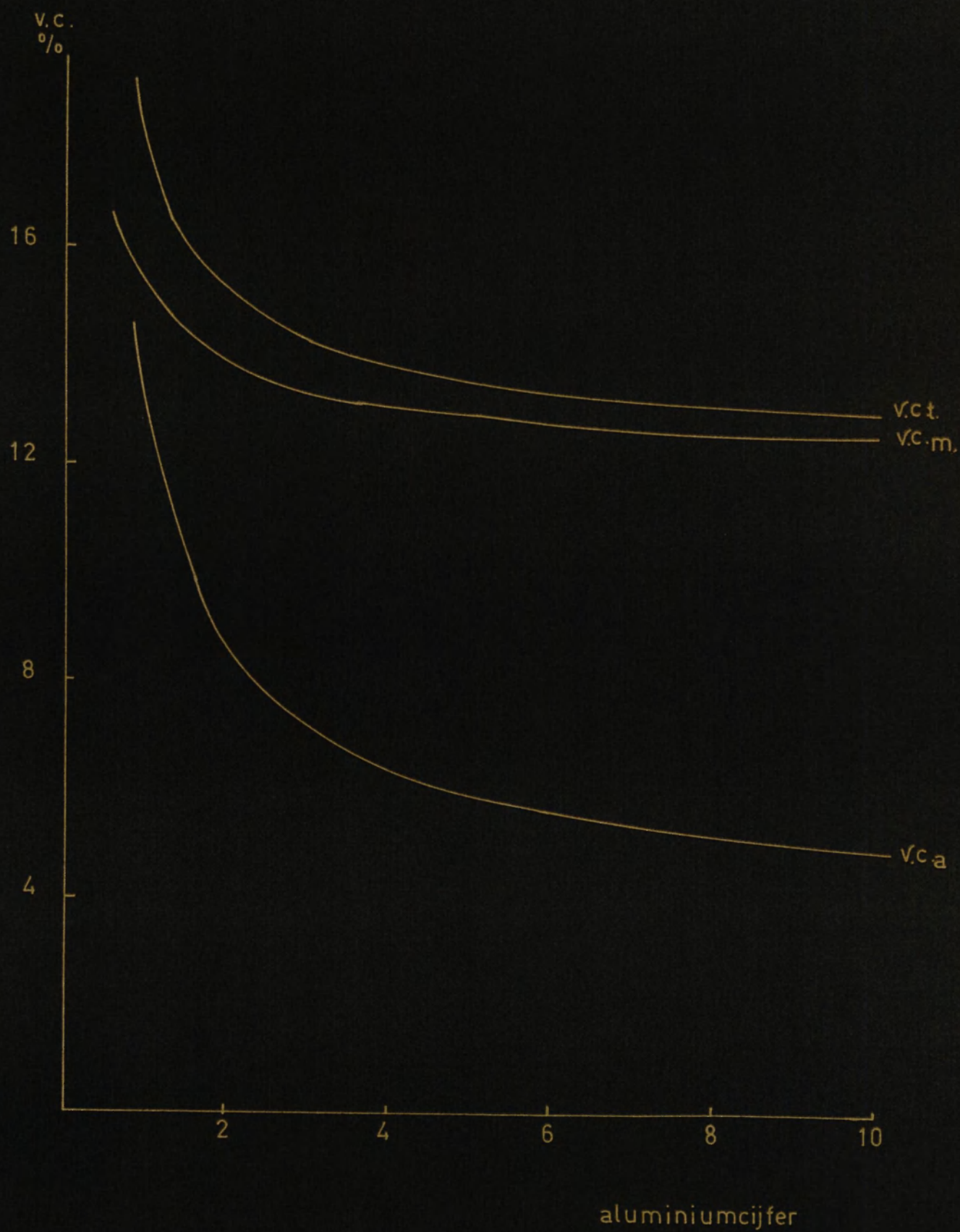


fig. 23 Het verband tussen het aluminium cijfer en de variatie -
coëfficiënt



Evenals bij de totale fout is bij de kalibepaling het intercept van de regressielijn negatief. Bij de pH-bepaling en de mangaanbepaling is de correlatiecoëfficiënt gering. Bij de pH-bepaling werd daarom over alle klassen een spreiding berekend. Bij de mangaanbepaling zal de gevonden regressielijn worden gebruikt, omdat voor de totale fout en de laboratoriumfout wel goede correlaties zijn gevonden. Voor de pH-bepaling werd gevonden $s_m = 0,098$.

De nauwkeurigheid van het grondonderzoek

Bij het beoordelen van de nauwkeurigheid van het grondonderzoek is in de eerste plaats de relatieve onnauwkeurigheid belangrijk. Uiteraard hebben alleen die waarden betekenis, die bij het grondonderzoek regelmatig worden aangetroffen ⁷⁾.

De relatieve onnauwkeurigheid wordt uitgedrukt als variatiecoëfficiënt (s/M). Zij kan uit de gevonden regressielijn worden berekend met de formule: $ve = 100 a + \frac{100 b}{M}$.

In de figuren 13 t/m 23 is de variatiecoëfficiënt voor alle bepalingen — met uitzondering van de pH-bepaling — grafisch weergegeven. Naast de v.e. van de totale fout door welke de nauwkeurigheid van het grondonderzoek uiteindelijk wordt bepaald, is ter vergelijking ook de variatiecoëfficiënt van de analysefout en de monsterfout opgenomen.

In tabel 4 zijn de meest voorkomende waarde en de grenzen waarbinnen de uitkomsten van de bepalingen van de grondmonsters zich bevinden weergegeven, met de variatiecoëfficiënt van deze waarden. Bij het samenstellen van deze tabel is geen rekening gehouden met de uitkomsten van potgrondmonsters. De grenzen zijn verkregen door informatie van de bemestingsadvies afdeling te vergelijken met onderzoekresultaten hierever ^{8, 9)}.

bepaling	gehalte		% v.e. _t	
	grenzen	v	grenzen	v
organische stof	1 - 40	8	18 - 4	6
keolzure kalk	0,1 - 6,0	0,5	118 - 10	30
pH	5,0 - 8,0	7,0	s _t = 0,110	
keukenzout	10 - 200	30	15 - 14	14
gloeirest	0,05 - 1,50	0,30	32 - 11	14
stikstof	1,0 - 70,0	8,0	84 - 17	24
fosfaat	0,1 - 12,0	4,0	289 - 12	16
kali	3,0 - 100,0	15,0	17 - 17	17
magnesium	20 - 450	200	25 - 7	9
mangaan	1 - 40	8,0	90 - 8	16
ijzer	0,1 - 15,0	1,5	140 - 11	18
aluminium	0,1 - 10,0	0,7	72 - 13	21

tabel 4. De grenzen en de meest voorkomende waarde (v) van de uitkomsten van grondmonsters met de variatiecoëfficiënt

Het betrouwbaarheidsgebied van een waarnemingsuitkomst x is te berekenen met de volgende formule :

$$x - u \cdot \sigma_t < \mathcal{N} < x + u \cdot \sigma_t$$

waarin is :

- u - een standaard normaal verdeelde grootheid, overeenkomende met een overschrijdingskans van $k\%$.
 voor 5% geldt $u = 2$
 voor 0,5% geldt $u = 3$

σ_t - de universumwaarde van de spreiding waarvoor s_t kan worden genomen, gezien het grote aantal waarnemingen voor de berekening van s_t .

\mathcal{N} - de universumwaarde van het gehalte van de grond.

Wordt bij de berekening van de v.e._t gebruik gemaakt, dan wordt bovenstaande formule als volgt :

$$x - u \cdot \frac{v_{s_t} \cdot x}{100} < \mathcal{N} < x + u \cdot \frac{v_{s_t} \cdot x}{100}$$

Het verschil tussen de uitkomst van twee duplicaten na het middelen van de dublobepalingen in hetzelfde monster is in de volgende formule uitgedrukt :

$$|d_m| < u \cdot \sigma_t \sqrt{2}$$

Analysefout en monsterfout

In tabel 5 is voor de in vorige paragraaf genoemde grenzen voor de gehalten de verhouding weergegeven tussen de bijdrage van de monsterfout en de analysefout aan de totale spreiding.

De analysefout levert aan de totale spreiding geen volledige bijdrage, omdat de duplo uitkomsten van hetzelfde monster gemiddeld worden. De bijdrage van de analysefout wordt onder invloed van het middelen $1/\sqrt{2}$ maal zo groot.

bepaling	gehalte		verh. s_m en $s_a/\sqrt{2}$	
	grenzen	V	grenzen	V
organische stof	1 - 40	8	2,1 - 1,5	1,7
keolzure kalk	0,1 - 6,0	0,5	1,5 - 2,8	1,7
pH	5,0 - 8,0	7,0	2,0 - 2,0	2,0
kenkensent	10 - 200	30	4,4 - 4,9	4,8
gloeirest	0,05 - 1,50	0,30	5,6 - 3,0	3,6
stikstof	1,0 - 70,0	8,0	3,3 - 4,0	3,7
fosfaat	0,1 - 12,0	4,0	6,4 - 1,6	2,1
kali	3,0 - 100,0	15,0	1,6 - 5,4	4,3
magnesium	20 - 450	200	1,4 - 1,3	1,3
mangaan	1 - 40	8,0	2,8 - 1,4	2,0
ijzer	0,1 - 15,0	1,5	0,4 - 2,8	1,4
aluminium	0,1 - 10,0	0,7	0,6 - 3,6	1,4

tabel 5. De verhouding van de bijdrage van de monsterfout en de analysefout aan de totale spreiding.

Conclusies

Voor onderzoek naar de monsterfout werden in de perioden 1963 - 1965 400 objecten in duplo bemonsterd. Bij verwerking van het cijfermateriaal bleek met uitzondering van de pH-bepaling een hoge positieve correlatie te bestaan van het niveau van het gehalte met de monsterfout en de analysefout.

In het gebied waar de uitkomsten van de meeste bepalingen liggen is voor de organische stofbepaling de totale fout ongeveer 6%. Voor de keolzure kalk-bepaling 30%. Voor de bepalingen in het waterfiltraat 15 - 25% en voor de bepalingen in het morgan-filtraat 10 - 20%. De pH-bepaling heeft een constante totale fout van 0,11.

De bijdrage van de monsterfout aan de totale fout bleek voor de

bepalingen in het waterfiltraat 3 tot 5 maal zo groot te zijn als de bijdrage van de analysefout. Voor de overige bepalingen was deze bijdrage 1 à 2 maal zo groot. Hierbij is gerekend, dat de bepalingen op het laboratorium in duplo worden uitgevoerd en gemiddeld.

Proefstation Waaldwijk,

juli 1966

MM.

Literatuur

1. Het nemen en insenden van grondmonsters bij glascultuur.
Instructieboekje Proefstation Naaldwijk en
Bedrijfslaboratorium Oosterbeek.
2. De nauwkeurigheid van de routinebepalingen op het laboratorium
voor grondonderzoek. C. Sonneveld
Internverslag Proefstation Naaldwijk 1964.
3. Een controlesysteem voor chemische analysemethodieken bij het
bedemvruchtbaarheidsonderzoek. C. Sonneveld
Sigma 10 (1964) nr. 2
4. Verslag van het onderzoek naar de nauwkeurigheid van de water-
filtraatbepalingen aan de hand van een bemonsteringsonderzoek 1962.
C. Sonneveld
Intern verslag Proefstation Naaldwijk.
5. Verslag van het onderzoek naar de nauwkeurigheid van de organische
stof-, koolzure-kalk- en pH-bepaling aan de hand van een bemonste-
ringsonderzoek. C. Sonneveld
Intern verslag Proefstation Naaldwijk 1963
6. Verslag van het onderzoek naar de nauwkeurigheid van Morganfiltraat
bepalingen aan de hand van een bemonsteringsonderzoek.
C. Sonneveld
Intern verslag Proefstation Naaldwijk 1964
7. De nauwkeurigheid van de stikstof en kalibepaling in waterige
grondextracten. C. Sonneveld en P.A. den Dekker
Jaarverslag Proefstation Naaldwijk 1962 . (42 - 46)
8. Frequentieverdeling van pH, P-water en K-water in grondmonsters
uit kassen in het Zuidhollands Glasdistrict 1964.
J. van Naeff.
Intern verslag Proefstation Naaldwijk.

9. **Bewerking van uitgebrachte bemestingsadviezen en overzicht van enige bodemvruchtbaarheidsfactoren in het Zuidhollands Glasdistrict.**

J. van Naeff

Intern verslag Proefstation Naaldwijk.

Gehalte en spreiding

organische stof 1					organische stof 2				
M	n	s _t	s _a	s _m	M	n	s _t	s _a	s _m
3,01	20	0,254	0,226	0,197	2,96	14	0,232	0,176	0,196
4,04	22	0,339	0,223	0,300	4,19	17	0,324	0,203	0,290
5,13	15	0,522	0,414	0,432	5,31	17	0,557	0,304	0,514
6,62	21	0,524	0,409	0,437	7,41	22	0,411	0,324	0,341
8,23	22	0,487	0,425	0,383	10,21	18	0,606	0,377	0,544
10,00	14	0,672	0,510	0,567	12,91	16	0,658	0,412	0,589
12,13	16	0,602	0,390	0,536	15,25	16	0,702	0,359	0,646
18,22	17	0,695	0,615	0,543	19,06	17	0,792	0,563	0,685
24,62	18	0,923	0,754	0,753	25,87	18	0,899	0,738	0,733
40,99	21	2,207	1,993	1,698	43,77	17	1,996	1,204	1,806
koolzure kalk 1					koolzure kalk 2				
0,17	31	0,072	0,082	0,044	0,13	24	0,063	0,063	0,044
0,35	26	0,133	0,110	0,108	0,37	13	0,085	0,105	0,042
0,50	12	0,149	0,076	0,139	0,56	16	0,183	0,108	0,166
0,65	15	0,174	0,106	0,157	0,76	14	0,200	0,117	0,183
0,96	17	0,197	0,127	0,175	0,98	19	0,190	0,104	0,174
1,29	15	0,224	0,114	0,209	1,28	16	0,206	0,119	0,188
1,78	16	0,212	0,159	0,179	1,63	18	0,346	0,172	0,324
2,45	17	0,293	0,170	0,267	2,28	17	0,279	0,150	0,259
3,34	19	0,392	0,226	0,358	2,98	17	0,367	0,194	0,340
5,18	18	0,422	0,219	0,393	4,51	17	0,485	0,199	0,464
pH 1					pH 2				
5,21	21	0,108	0,074	0,095	5,71	19	0,201	0,085	0,192
6,09	14	0,102	0,067	0,090	6,32	19	0,096	0,064	0,085
6,39	15	0,128	0,057	0,121	6,57	15	0,140	0,070	0,132
6,64	20	0,112	0,070	0,100	6,70	10	0,128	0,020	0,120
6,83	22	0,106	0,062	0,095	6,80	17	0,024	0,083	0,045
7,00	25	0,096	0,064	0,085	6,90	15	0,119	0,059	0,110
7,10	11	0,135	0,057	0,129	7,00	31	0,096	0,072	0,081
7,20	23	0,045	0,061	0,014	7,10	10	0,107	0,025	0,092
7,38	20	0,020	0,071	0,039	7,20	24	0,031	0,072	0,084
7,55	15	0,091	0,069	0,077	7,41	12	0,120	0,085	0,104

Gehalte en spreiding

keukenzout 1					keukenzout 2				
K	n	\bar{x}_t	\bar{x}_a	\bar{x}_m	K	n	\bar{x}_t	\bar{x}_a	\bar{x}_m
7,1	20	1,396	1,061	1,178	11,2	25	1,543	1,326	1,224
12,7	22	1,758	1,651	1,314	19,1	21	3,058	1,291	2,918
16,6	20	1,795	1,470	1,464	22,5	23	3,934	1,581	3,772
21,1	16	2,738	1,781	2,432	26,1	17	2,458	2,058	1,981
25,1	19	2,616	1,347	2,436	31,1	13	3,739	2,103	3,431
30,3	19	5,249	2,345	4,980	34,5	20	5,455	2,025	5,264
37,3	21	4,068	2,227	3,751	40,2	17	4,836	2,709	4,440
48,4	21	3,748	2,671	3,237	49,2	20	8,114	3,023	7,828
70,5	19	9,311	3,454	8,979	65,2	20	14,704	3,207	14,528
140,0	18	17,586	5,948	17,075	108,8	18	14,977	5,240	14,512
gloeirest 1					gloeirest 2				
0,10	21	0,020	0,010	0,020	0,11	20	0,015	0,007	0,015
0,15	19	0,020	0,014	0,017	0,18	18	0,030	0,008	0,030
0,19	22	0,032	0,010	0,032	0,22	19	0,025	0,015	0,023
0,22	19	0,025	0,010	0,025	0,26	20	0,042	0,015	0,041
0,26	21	0,025	0,010	0,025	0,30	22	0,049	0,020	0,047
0,30	22	0,036	0,017	0,033	0,35	17	0,074	0,022	0,072
0,35	21	0,040	0,017	0,037	0,39	19	0,055	0,022	0,053
0,44	18	0,051	0,020	0,049	0,45	19	0,044	0,020	0,041
0,59	17	0,094	0,028	0,092	0,55	22	0,065	0,026	0,062
1,09	18	0,103	0,059	0,094	0,79	20	0,107	0,038	0,104
stikstof 1					stikstof 2				
1,69	17	0,549	0,391	0,474	1,84	16	0,468	0,431	0,353
3,03	19	0,953	0,478	0,891	3,96	20	1,151	0,653	1,055
4,18	19	0,818	0,374	0,774	5,80	19	1,646	0,677	1,574
5,45	24	0,991	0,602	0,895	7,04	20	1,640	0,660	1,572
7,07	19	1,180	0,640	1,090	8,16	21	2,996	0,708	2,954
8,17	19	2,014	0,663	1,959	11,07	22	2,790	1,026	2,694
10,24	22	2,387	0,923	2,296	12,90	20	3,286	0,919	3,221
12,51	18	3,376	0,952	3,308	16,17	21	4,005	0,915	3,952
16,00	21	3,228	1,061	3,140	21,48	19	4,145	1,533	4,001
41,27	21	5,085	2,372	4,801	35,48	18	7,970	2,449	7,780

fosfaat 1					fosfaat 2				
M	n	s _t	s _a	s _m	M	n	s _t	s _a	s _m
0,73	20	0,334	0,279	0,269	1,59	22	0,503	0,309	0,453
1,81	19	0,357	0,386	0,485	2,98	17	0,465	0,370	0,383
2,76	16	0,263	0,269	0,183	4,06	19	0,740	0,428	0,674
3,53	18	0,650	0,364	0,598	4,58	20	0,797	0,451	0,730
4,30	24	0,851	0,474	0,783	5,23	18	0,849	0,507	0,757
4,85	19	0,688	0,436	0,613	5,95	21	0,984	0,418	0,939
5,36	17	0,626	0,479	0,527	6,78	20	0,969	0,511	0,899
6,25	21	0,871	0,496	0,797	7,95	22	0,950	0,571	0,860
7,74	21	0,978	0,705	0,842	9,59	18	1,306	0,654	1,222
20,86	21	2,578	2,201	2,055	15,72	17	4,964	1,292	4,880
kali 1					kali 2				
6,47	17	1,607	0,546	1,560	9,08	20	1,949	0,421	1,926
10,64	20	1,126	0,535	1,060	12,52	19	1,293	0,726	1,187
13,33	19	2,186	0,848	2,103	14,90	21	2,601	0,840	2,532
15,33	18	1,838	0,804	1,748	18,22	20	3,701	1,000	3,622
17,41	21	3,046	0,842	2,987	21,64	19	4,507	0,775	4,474
20,38	21	2,668	1,125	2,547	25,58	19	4,277	1,197	4,193
24,28	21	2,917	1,045	2,822	29,46	18	5,404	1,283	5,327
29,30	22	4,847	1,467	4,733	34,48	21	3,637	1,613	3,454
37,63	19	5,454	1,459	5,356	44,19	20	8,678	1,626	8,602
70,81	19	8,655	3,427	8,309	67,82	18	15,097	2,953	14,952
magnesium 1					magnesium 2				
81,2	18	9,409	6,801	8,087	91,9	17	8,524	7,361	6,751
103,5	17	12,213	8,046	10,806	125,6	19	11,017	9,435	8,769
121,6	18	13,976	12,226	10,982	151,8	19	17,571	9,425	16,266
145,0	20	9,753	10,508	6,317	187,6	16	12,269	13,028	8,104
178,3	19	13,579	11,185	11,038	218,5	15	17,912	13,399	15,200
210,4	19	8,672	10,851	4,042	240,8	17	17,948	14,475	14,743
241,7	19	16,884	15,204	13,019	266,9	19	23,768	15,320	21,155
287,6	20	15,416	14,299	11,277	297,6	16	20,616	20,604	14,561
325,9	19	21,375	18,665	16,815	331,9	17	24,034	20,772	19,024
416,3	17	25,632	16,754	22,730	410,3	16	35,075	30,974	27,396

Gehalte en spreiding

mangaan 1					mangaan 2				
M	n	s _t	s _a	s _m	M	n	s _t	s _a	s _m
3,34	18	0,768	0,663	0,608	4,69	15	0,449	0,567	0,203
5,85	19	1,405	0,803	1,286	8,03	14	1,309	1,053	1,077
7,08	17	1,523	0,682	1,445	9,29	18	1,333	1,047	1,109
8,44	19	1,479	0,811	1,363	10,88	15	1,018	1,147	0,614
9,68	16	1,152	0,743	1,026	12,21	18	1,052	1,147	0,670
11,53	19	2,167	0,940	2,062	14,08	20	1,600	1,358	1,280
14,00	20	1,775	0,866	1,666	15,51	15	1,923	1,419	1,641
16,14	17	1,817	0,979	1,680	17,01	19	1,299	0,964	1,106
20,17	19	2,684	1,180	2,551	20,27	15	3,081	0,981	3,000
34,64	19	1,799	2,345	0,697	31,27	19	2,928	2,280	2,444
ijzer 1					ijzer 2				
0,71	28	0,094	0,125	0,033	0,58	19	0,104	0,122	0,058
1,00	25	0,223	0,154	0,195	0,80	18	0,094	0,100	0,062
1,17	28	0,156	0,183	0,087	0,90	10	0,132	0,141	0,087
1,35	19	0,269	0,170	0,240	1,02	16	0,153	0,128	0,124
1,70	15	0,248	0,240	0,181	1,24	20	0,116	0,144	0,055
2,01	16	0,364	0,253	0,317	1,50	22	0,550	0,183	0,116
2,38	13	0,240	0,217	0,185	1,85	17	0,862	0,182	0,240
3,07	13	0,422	0,312	0,360	2,67	18	0,324	0,223	0,283
4,66	15	0,754	0,305	0,725	3,96	17	0,279	0,319	0,164
12,17	14	1,038	0,660	0,927	8,59	16	1,353	0,413	1,321
aluminium 1					aluminium 2				
0,24	10	0,092	0,123	0,030	0,40	15	0,152	0,127	0,123
0,43	22	0,105	0,094	0,082	0,60	27	0,119	0,092	0,100
0,60	22	0,111	0,105	0,082	0,70	15	0,244	0,134	0,225
0,78	23	0,101	0,131	0,040	0,80	17	0,226	0,090	0,217
0,95	26	0,098	0,126	0,041	0,94	25	0,282	0,173	0,254
1,19	17	0,124	0,149	0,065	1,15	15	0,263	0,111	0,251
1,52	18	0,156	0,127	0,128	1,39	14	0,232	0,121	0,214
1,96	16	0,268	0,221	0,217	1,78	12	0,182	0,174	0,134
2,99	16	0,434	0,208	0,409	2,65	15	0,396	0,230	0,361
6,82	16	0,778	0,362	0,735	4,50	17	0,874	0,285	0,850